

Метеорология. Наука об атмосфере

Чарльз Фитцхью Талман

POPULAR SCIENCE LIBRARY

METEOROLOGY



CHARLES FITZHUGH TALMAN
1922

pgdp.net

СОДЕРЖАНИЕ

[МЕТЕОРОЛОГИЯ Наука об атмосфере](#)

[ПРЕДИСЛОВИЕ](#)

[СОДЕРЖАНИЕ](#)

[СПИСОК ИЛЛЮСТРАЦИЙ](#)

[ГЛАВА I АНАТОМИЯ АТМОСФЕРЫ](#)

[ГЛАВА II РЕСУРСЫ АТМОСФЕРЫ](#)

[ГЛАВА III АТМОСФЕРА КАК МАГИСТРАЛЬ](#)

[ГЛАВА IV ПЫЛЬ И ДЫМ В АТМОСФЕРЕ](#)

[ГЛАВА V ПОГОДА И ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПОГОДЫ](#)

[ГЛАВА VI ОБЛАЧНАЯ СТРАНА](#)

[ГЛАВА VII ОСАДКИ](#)

[ГЛАВА VIII ВЕТРА И БУРИ](#)

[ГЛАВА IX АТМОСФЕРНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО](#)

[ГЛАВА X АТМОСФЕРНАЯ ОПТИКА](#)

[ГЛАВА XI АТМОСФЕРНАЯ АКУСТИКА](#)

[ГЛАВА XII КЛИМАТ И КЛИМАТЫ](#)

[ГЛАВА XIII ОРГАНИЗОВАННАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ](#)

[ГЛАВА XIV ПОГОДНЫЕ КАРТЫ И ПРОГНОЗЫ](#)

[ГЛАВА XV СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ](#)

[ГЛАВА XVI КОММЕРЧЕСКАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ](#)

[ГЛАВА XVII МОРСКАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ](#)

[ГЛАВА XVIII АЭРОНАВТИЧЕСКАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ](#)

[ГЛАВА XIX ВОЕННАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ](#)

[ГЛАВА XX МЕДИЦИНСКАЯ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ](#)

[ГЛАВА XXI ВЛИЯНИЕ НА ПОГОДУ](#)

[ГЛАВА XXII АТМОСФЕРНЫЕ ПУТИ](#)

[1. БЛЕСТЯЩИЙ ОГОНЬ, ИЛИ БЛЕСТЯЩИЙ ОГОНЬ](#)

[2. ДОЖДЕВОЕ ДЕРЕВО](#)

[3. РОСЫ](#)

[4. ВЕТРОВЫЕ КОЛОДЦЫ](#)

[5. СТРАННЫЕ ДОЖДИ](#)

[6. ГОД БЕЗ ЛЕТА](#)

[7. БАБЬЕ ЛЕТО И ЛЕДЯНЫЕ СВЯТЫЕ](#)

[ГЛОССАРИЙ](#)

[Примечания транскрибаторов](#)

[ПОЛНАЯ ЛИЦЕНЗИЯ ПРОЕКТА ГУТЕНБЕРГ](#)

Электронная книга проекта «Гутенберг» « » Метеорология: наука об атмосфере

Эта электронная книга предназначена для бесплатного использования в любой точке США и большинства других стран мира практически без каких-либо ограничений. Вы можете копировать, передавать или повторно использовать ее в соответствии с условиями лицензии проекта «Гутенберг», включенной в эту электронную книгу или доступной онлайн по [адресу www.gutenberg.org](http://www.gutenberg.org). Если вы не проживаете в США, перед использованием этой электронной книги вам необходимо ознакомиться с законодательством страны, в которой вы проживаете.

Название: Метеорология: наука об атмосфере

Автор: Чарльз Фитцхью Талман

Дата выпуска: 5 октября 2014 г. [электронная книга № 47059]
Последнее обновление: 24 октября 2024 г.

Язык: английский

Благодарности: Произведено Джульеттой Сазерленд, Чарли Говардом и командой онлайн-корректоров <http://www.pgdp.net>

*** НАЧАЛО ЭЛЕКТРОННОЙ КНИГИ ПРОЕКТА ГУТЕНБЕРГ «МЕТЕОРОЛОГИЯ: НАУКА ОБ
АТМОСФЕРЕ» ***

Примечание транскрибатора

Обложка создана транскриптором с использованием иллюстрации из оригинальной книги и размещена в общественном достоянии.



Торнадо возле Элмвуда, Небраска. Картина, созданная на основе, вероятно, одной из самых замечательных фотографий торнадо, когда-либо сделанных. Оригинальная фотография была сделана в двух частях, так как фотограф находился слишком близко, чтобы поместить всю воронку облака в поле зрения своей камеры.

(Фотография Г. Б. Пиквелла)

БИБЛИОТЕКА ПОПУЛЯРНОЙ НАУКИ

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР ГАРРЕТТ П. СЕРВИС

АВТОРЫ

УИЛЬЯМ ДЖ. МИЛЛЕР ИППОЛИТ ГРУНЕР А. РАССЕЛ БОНД
Д. В. ХЕРИНГ ЛУМИС ХЭВМЕЙЕР ЭРНСТ Г. MARTIN
АРТУР СЕЛВИН-БРАУН РОБЕРТ ЧЕНО ГИВЛЕР
ЭРНСТ ИНГЕРСОЛ УИЛФРЕД МЭЙСОН БАРТОН
УИЛЬЯМ Б. СКОТТ ЭРНСТ ДЖ. СТРЮБЕЛЬ
НОРМАН ТЕЙЛОР ДЭВИД ТОДД
ЧАРЛЬЗ ФИТЗХЬЮ ТАЛМАН
РОБИН БИЧ

СОСТАВЛЕНО ИЗ ШЕСТНАДЦАТИ ТОМОВ С ИСТОРИЕЙ НАУКИ, ГЛОССАРИЯМИ И ОБЩИМ УКАЗАТЕЛЕМ



ИЛЛЮСТРИРОВАНО

ТОМ ПЕРВЫЙ

P. F. COLLIER & SON COMPANY
НЬЮ-ЙОРК

Авторское право 1922
P. F. COLLIER & SON COMPANY

ПРОИЗВЕДЕНО В США

МЕТЕОРОЛОГИЯ

НАУКА ОБ АТМОСФЕРЕ

ЧАРЛЬЗ ФИТЗХЬЮ ТАЛМАН

Председатель Комитета по общественной информации
Американского метеорологического общества



P. F. COLLIER & SON COMPANY
НЬЮ-ЙОРК

ПРЕДИСЛОВИЕ

Метеорология — это наука об атмосфере и ее явлениях, включая погоду.

В настоящее время, когда мы говорим о «метеоре», мы обычно имеем в виду падающую звезду, но раньше этот термин применялся (и до сих пор часто используется в технической литературе) к большому разнообразию явлений и проявлений в атмосфере, включая облака, дождь, снег, радугу и т. д. Так наука об атмосфере получила свое нынешнее название.

Метеорология не является отраслью астрономии. Эти две науки так же отличаются друг от друга, как зоология от ботаники. Обе они основаны на физике и в некоторой степени «пересекаются» друг с другом, как и все науки между собой, но если вам нужна информация об атмосфере, погоде и климате, то астрономическая обсерватория — не то место, где ее искать; а если вы хотите узнать о кометах, солнечных пятнах, затмениях, стандартном времени или дате Пасхи в 1666 году, то не обращайтесь в Метеорологическое бюро.

В городе Вашингтоне правительство поддерживает астрономическое и хронометрическое учреждение, известное как Морская обсерватория, а также центральный офис Метеорологического бюро США. Эти два учреждения находятся на расстоянии одной мили друг от друга и почти на расстоянии целой библиотеки в том, что касается предметов, которыми они занимаются. Тот факт, что их функции постоянно путают в обществе, указывает на необходимость написания этого предисловия к популярной книге по метеорологии.

СОДЕРЖАНИЕ

I.	<u>АНАТОМИЯ АТМОСФЕРЫ</u>	9
II.	<u>РЕСУРСЫ АТМОСФЕРЫ</u>	24
III.	<u>АТМОСФЕРА КАК МАГИСТРАЛЬ</u>	39
IV.	<u>ПЫЛЬ И ДЫМ В АТМОСФЕРЕ</u>	52
V.	<u>ПОГОДА И МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ</u>	66
VI.	<u>ОБЛАЧНАЯ СТРАНА</u>	90
VII.	<u>ОСАДКИ</u>	106
VIII.	<u>ВЕТРЫ И ШТОРМЫ</u>	123
IX.	<u>АТМОСФЕРНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО</u>	141
X.	<u>АТМОСФЕРНАЯ ОПТИКА</u>	164
XI.	<u>АКУСТИКА АТМОСФЕРЫ</u>	186
XII.	<u>КЛИМАТ И КЛИМАТЫ</u>	197
XIII.	<u>ОРГАНИЗОВАННАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ</u>	212
XIV.	<u>КАРТЫ ПОГОДЫ И ПРОГНОЗЫ</u>	224
XV.	<u>СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ</u>	245
XVI.	<u>КОММЕРЧЕСКАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ</u>	261
XVII.	<u>МОРСКАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ</u>	271
XVIII.	<u>АЭРОНАВИГАЦИОННАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ</u>	284
XIX.	<u>ВОЕННАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ</u>	306
XX.	<u>МЕДИЦИНСКАЯ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ</u>	316
XXI.	<u>СОЗДАНИЕ ПОГОДЫ</u>	332
XXII.	<u>АТМОСФЕРНЫЕ ПУТИ</u>	346
	<u>ГЛОССАРИЙ</u>	365

СПИСОК ИЛЛЮСТРАЦИЙ

<u>ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРХНИХ СЛОЕВ АТМОСФЕРЫ — НАЧАЛО ПОЛЕТА ПИЛОТНОГО ВОЗДУШНОГО ШАРА</u>	32
<u>ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРХНИХ СЛОЕВ АТМОСФЕРЫ — ЗАПУСК ЗОНДИРУЮЩЕГО ВОЗДУШНОГО ШАРА</u>	32
<u>МЕТЕОРОГРАФ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ С ЗОНДИРУЮЩИМ ВОЗДУШНЫМ ШАРОМ</u>	33
<u>МЕТЕОРОГРАФ, ЗАПУСКАЕМЫЙ В ВОЗДУХ С ПОМОЩЬЮ ВОЗДУШНОГО ЗМЕЯ</u>	33
<u>АЛЬТОКУМУЛЫ — ПУШИСТЫЕ МАССИВЫ, МЕЖДУ КОТОРЫМИ ПРОГЛЯДЫВАЕТ ГОЛУБОЕ НЕБО</u>	96
<u>КУЧЕВЫЕ ОБЛАКА, ИЛИ ШЕРСТИСТЫЕ ОБЛАКА</u>	96
<u>МАММАТОКУМУЛЫ, ИЛИ «ДОЖДЕВЫЕ ШАРЫ»</u>	97
<u>КУЧЕВО-ДОЖДЕВОЕ ОБЛАКО — ГРОЗОВОЕ ОБЛАКО</u>	97
<u>ОБЛАЧНЫЙ БАННЕР НАД ГОРОЙ АССИНИБОЙН, КАНАДСКИЕ СКАЛИСТЫЕ ГОРЫ</u>	100
<u>ПЕРИСТЫЕ ОБЛАКА С НИЗКИМИ ОБЛАКАМИ НА ПЕРЕДНЕМ ПЛАНЕ</u>	100
<u>ЛИНЗОВИДНЫЕ ОБЛАКА НАД ГОРОЙ РЕЙНИР</u>	101
<u>ЛЕДЯНОЙ ШТОРМ В ФИЛАДЕЛЬФИИ — ДЕРЕВЬЯ, ПОКРЫТЫЕ ГЛАЗУРЬЮ</u>	116
<u>НИЕВЕ ПЕНИТЕНТЕ В АРГЕНТИНСКИХ АНДАХ</u>	117
<u>ОБЛАКА ИЛИ ТУМАН, СПУСКАЮЩИЕСЯ ПО КАНЬОНУ ЛАСТ-ФОРК В КАНЬОН САНТА-АНИТА</u>	136
<u>ЛИВЕНЬ В ЮЖНОЙ ЧАСТИ ШТАТА ЮТА</u>	137
<u>ФОТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МОЛНИЙ — ОДИНОЧНЫЕ И ДВОЙНЫЕ РАЗРЯДЫ</u>	160
<u>ФОТОГРАФИЯ МОЛНИИ, НА КОТОРОЙ ВИДНЫ «ЧЕРНЫЕ» ВСПЫШКИ</u>	161
<u>ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА</u>	161
<u>СТЕКЛЯННАЯ КАРТА ПОГОДЫ В МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОМ БЮРО США</u>	224
<u>СОЛНЦЕ, ЧЕРПАЮЩЕЕ ВОДУ</u>	225
<u>ОБОГРЕВАТЕЛИ В САДАХ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ОЖИДАЕМОГО ЗАМОРОЗКА</u>	256
<u>СНЕЖНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ ЗА РАБОТОЙ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЙ ПРОБООТБОРНИК ДЛЯ СНЕГА</u>	257
<u>СНЕЖНЫЕ ВАЛКИ, ИЛИ СНЕЖНЫЕ КОМКИ, НАНЕСЕННЫЕ ВЕТРОМ</u>	257
<u>ДНО РЕКИ ПОТОМАК, СФОТОГРАФИРОВАННОЕ С ВОЗДУХА</u>	288
<u>БУРЕНИЕ СЖАТЫМ ВОЗДУХОМ В МЕДНОЙ ШАХТЕ</u>	289
<u>ЗАПУСК ВОЗДУШНОГО ЗМЕЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ АТМОСФЕРЫ</u>	289

[НАД ОКЕАНОМ](#)

[КИОСК МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ, ЮНИОН-СКВЕР, САН-ФРАНЦИСКО](#)

320

[СТАНЦИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО БЮРО США В ПЕОРИИ, ИЛЛИНОЙС](#)

320

[ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОФИС МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО БЮРО США В ВАШИНГТОНЕ](#)

321

ГЛАВА I

АНАТОМИЯ АТМОСФЕРЫ

В мире существуют две совершенно разные концепции вещества, называемого «воздухом». Одна из них преобладает с незапамятных времен. Другая является полностью современной. Одна из них — популярная точка зрения, другая — научная.

Древние философы считали воздух одним из четырех «элементов», из которых, как полагали, состоят все вещи. Обычные люди, хотя и не занимались философией, наверняка почти сразу же, как только осознали существование воздуха, начали думать о нем как о чем-то, что, независимо от изменения своего состояния от горячего к холодному, от сухого к влажному, от чистого к нечистому, остается в основном однородным — единым целым. Безусловно, эта идея в полной мере актуальна и сегодня. Воздух, которым мы дышим, который мы подаем в наши каминные топки, который мы перемешиваем вентиляторами, который мы накачиваем в велосипедные шины, на котором мы летаем — воздух, который утверждает свою независимость от нашей воли в ветре и погоде — производит на нас впечатление индивидуальности. Мы инстинктивно относим его к числу простых, определенных вещей в репертуаре природы, наряду с водой.

Даже ученые часто считают удобным обсуждать и рассматривать воздух как единое вещество, но они хорошо знают, что это не так. Они знают, что на самом деле это смесь газов с очень разными свойствами. Некоторые из них тяжелые, другие — легкие. Некоторые химически очень активны (), другие — крайне инертны. Некоторые встречаются в изобилии, другие — очень редко. Эти газы составляют атмосферу Земли. Атмосферы других планет по своему составу значительно отличаются от нашей. Само Солнце имеет очень сложную атмосферу.

Таким образом, атмосфера Земли представляет собой совокупность газов, которые смешаны, но не химически соединены. Некоторые из них сами по себе являются химическими соединениями. Каждый из этих газов ведет себя так же, как если бы других не было, и каждый из них выполняет свою отдельную функцию в экономике природы. Например, дерево использует запасы углекислого газа в атмосфере для построения своих тканей. В настоящее время дерево вырубается, а его древесина сжигается в качестве топлива. В этом процессе в игру вступает другой атмосферный газ. Мы часто говорим, что «воздух» поддерживает горение — что мы подаем «воздух» с помощью мехов, чтобы огонь горел ярче, — но не воздух в целом позволяет вещам гореть. Четыре пятых атмосферного вещества не участвуют в этом процессе. Мы сжигаем только кислород. То же самое и с дыханием. Кислород, а не воздух, составляет дыхание жизни.

Близко к поверхности Земли пропорции более распространенных газов, смешанных в воздухе, остаются удивительно постоянными. Если не учитывать переменную примесь водяного пара, кислород всегда составляет около 21 процента по объему, а азот — около 78 процентов. Оставшийся 1 процент — это в основном аргон. Однако на больших высотах эти процентные соотношения больше не действуют. Газы атмосферы сильно различаются по весу, и в верхних слоях атмосферы, где они не смешиваются ветрами, как внизу, более

тяжелые газы имеют тенденцию оседать на дне, а более легкие — всплывать на поверхность, как масло на воде (). Подсчитано, что на высоте тридцати миль над уровнем моря процентное содержание азота составляет около 86½, а кислорода — только 10, в то время как на той же высоте газ водород, который на низких уровнях составляет менее одной сотой процента атмосферы, составляет более 2½ процента. По мере подъема вверх процентное содержание водорода, как предполагается, быстро увеличивается, пока на высоте сорока восьми миль атмосфера не становится более чем наполовину водородной, а на высоте восьмидесяти миль над землей этот газ составляет 99 процентов всего объема. Эти цифры не являются окончательными, поскольку некоторые авторитетные источники считают, что атмосфера содержит неизвестный газ, более легкий, чем водород, а другие полагают, что водород, находящийся в нижних слоях атмосферы, вступает в химические соединения, прежде чем достигает верхних слоев; однако нет сомнений в том, что состав верхних слоев атмосферы значительно отличается от состава нижних.

Конечно, практически любой газ может быть обнаружен локально и эпизодически в атмосфере, но есть несколько газов, которые всегда обнаруживаются при тщательном анализе воздуха, и другие, которые присутствуют в атмосфере постоянно. Ниже приведен достаточно полный список: азот, кислород, водяной пар, аргон, углекислый газ, водород, гелий, неон, криптон, ксенон, нитон (эманация радия), озон, диоксид водорода, аммиак и другие соединения азота.

Ряд этих веществ стал известен науке только в последнюю четверть века. Аргон, хотя и составляет почти 1% атмосферы, оставался незамеченным до 1894 года. Исследование аргона привело к открытию некоторых других веществ. В 1895 году было обнаружено, что воздух, а также некоторые минералы, содержат гелий (). Это вещество не было новым для науки, но до этого никогда не обнаруживалось на Земле. Оно было обнаружено в атмосфере Солнца с помощью спектроскопа еще в 1868 году. Земные гелий, неон, криптон и ксенон были открыты сэром Уильямом Рэмзи, который также разделил с лордом Рэлеем честь открытия аргона.

Рэмзи опубликовал следующие данные о пропорциях, в которых некоторые редкие газы присутствуют в атмосфере:

Гелий	1	часть в	245 320	по объему
Неон	1	«	80 800	«
Криптон	1	«	2 000 000	«
Ксенон	1	«	17 000 000	«

Нитон, или эманация радия, является одним из продуктов распада радия. Сам нитон распадается очень быстро: половина любого его количества исчезает примерно за четыре дня, и одним из продуктов его распада является гелий. Количество нитона в атмосфере никогда не превышает ничтожно малого следа. Так, нам говорят, что общее количество этого вещества, присутствующего в атмосфере всей Земли на высоте до одного километра (0,6 мили), весит менее девяти унций, и что каждый кубический сантиметр воздуха содержит среди своих тридцати миллионов миллионов миллионов молекул в среднем только от одной до двух молекул нитона.

Переходя теперь к более распространенным компонентам атмосферы, мы обнаруживаем, что кислород и азот резко отличаются друг от друга тем, что первый имеет сильное

химическое сродство почти со всеми другими элементами, а второй химически инертен и имеет небольшую склонность к прямому соединению с другими элементами, хотя в результате косвенных процессов, главным образом под действием растений и животных, образуется большое количество соединений азота. Оксиды азота образуются непосредственно из атмосферных газов в результате разрядов молнии и соединяются с влагой воздуха, образуя азотную и азотистую кислоты. Некоторое количество аммиака (соединение азота и водорода) также может образовываться в результате разрядов молнии из азота и атмосферной воды, но большая часть аммиака в воздухе происходит в результате разложения растительных и животных веществ. Соединения азота, присутствующие в воздухе, в значительных количествах вымываются дождями. Анализы дождевой воды, проведенные в разных частях мира, показывают, что в год на акр приходится от одного до девяти фунтов таких веществ.

Углекислый газ (более известный как углекислый газ) присутствует в атмосфере в почти постоянной пропорции три части на 10 000 по объему. Его содержание в воздухе городов немного выше, чем в открытой местности или над океаном, и оно подвержено небольшим периодическим колебаниям, но тот факт, что оно не сильно изменяется, довольно удивителен, учитывая, что оно постоянно добавляется в воздух и извлекается из него многочисленными факторами, не зависящими друг от друга. Оно поступает в воздух из вулканов, минеральных источников, в результате сжигания топлива, дыхания животных и растений, а также разложения органических веществ. Количество, поставляемое ежегодно только за счет сжигания угля, оценивается как эквивалентное более чем одной тысячной части общего объема газа, присутствующего в атмосфере в любой момент времени. С другой стороны, все зеленые растения в присутствии солнечного света извлекают углекислый газ из воздуха, абсорбируют из него углерод для использования растением и возвращают кислород в атмосферу. Таким образом, по оценкам, один акр букового леса ежегодно поглощает из воздуха одну тонну углерода. Огромное количество углекислого газа в атмосфере вступает в химическое соединение с некоторыми породами на поверхности Земли. Наконец, значительная часть этого атмосферного газа поглощается морской водой, и некоторые авторитетные источники видят в этом процессе регулятор общего количества газа в атмосфере, исходя из гипотезы, что океан возвращает часть углекислого газа, когда этого вещества становится недостаточно в воздухе.

Водяной пар, то есть вода в невидимой газообразной форме, всегда присутствует в атмосфере, но его количество подвержено значительным колебаниям. Важным фактом в этой связи является то, что при любой заданной температуре воздух может содержать только определенное количество этого пара. Это максимальное количество быстро увеличивается с ростом температуры. Когда воздух полностью насыщен водяным паром, он считается «насыщенным». Строго говоря, температура ограничивает количество пара, которое может находиться в данном пространстве, независимо от присутствия других компонентов воздуха, и в научном языке именно пар считается насыщенным, а не воздух; но в популярной книге об атмосфере, где много говорится о водяном паре в атмосфере, следование научному терминологическому употреблению в этом вопросе неизменно приводит к неудобным осложнениям. Итак, говоря простым языком, когда воздух насыщен водяным паром, понижение температуры приводит к конденсации части пара в видимой форме, такой как облака, туман, дождь, роса, снег, град и т. д. Являясь единственным источником этих различных форм влаги и играя важную роль во многих атмосферных процессах (), водяной пар с метеорологической точки зрения является наиболее интересным компонентом атмосферы.

Здесь следует упомянуть еще один атмосферный газ, как в связи с большим интересом к нему со стороны общественности, так и в связи с недавними научными открытиями,

касающимися его, а именно озон. Это вещество можно описать нетехническим языком как концентрированную форму кислорода. Он является одним из самых мощных известных окислителей и нашел полезное применение в медицине и различных отраслях промышленности. Однако его популярность связана с тем, что в течение многих лет он считался великим природным очистителем атмосферы. «Жизнедающий озон» считался обильным в воздухе лесов, гор и морского побережья. Были проведены систематические наблюдения за распространенностью озона в разных местах по всему миру, как правило, путем отслеживания изменения цвета тестовых бумажек, подвергнутых воздействию воздуха. Эти «озонметрические» наблюдения теперь являются закрытой главой в истории метеорологии, поскольку было обнаружено, что реакции так называемых озоновых бумажек в основном или полностью обусловлены атмосферными веществами, отличными от озона. Кроме того, прямое исследование воздуха более точными методами, включая пробы, собранные с помощью воздушных змеев и шаров на высоте до нескольких тысяч футов над землей, показывает, что количество озона во всей нижней атмосфере чрезвычайно мало — слишком мало, чтобы иметь гигиеническое значение. Озон, образующийся из кислорода на таких высотах в результате разрядов молнии или других возможных факторов, вероятно, быстро вступает в химическое соединение с окисляемыми веществами и поэтому существует лишь в течение короткого времени.

С другой стороны, спектроскоп дал нам доказательства того, что высоко в атмосфере, на расстоянии многих миль над землей, озон встречается в достаточно больших количествах. Предполагается, что он образуется здесь под воздействием двух факторов — электрических разрядов полярного сияния и ультрафиолетового излучения Солнца. Ультрафиолетовые лучи, способствующие его образованию, не достигают Земли, и поэтому астрономы лишены возможности получить много интересной информации о спектрах Солнца и звезд, которую они могли бы получить в противном случае. Однако, как указал нынешний лорд Рэлей, мы можем утешить себя тем, что, если бы озон не блокировал большую часть ультрафиолетового излучения Солнца, это излучение, вероятно, разрушило бы наше зрение; или, скорее, нам пришлось бы постоянно носить какие-то защитные очки в дневное время.

Озон, находящийся на большой высоте, интересен еще и тем, что он оказывает определенное влияние на температуру нижних слоев атмосферы. Он более прозрачен для поступающей солнечной радиации, чем для исходящей земной радиации. Следовательно, когда его количество необычно велико, он должен повышать общую температуру Земли. Предположительно, это происходит, когда состояние Солнца таково, что необычное количество ультрафиолетового излучения достигает верхних слоев атмосферы, и этот факт необходимо учитывать при любой попытке установить связь между климатическими колебаниями и периодом солнечных пятен.

Нижняя часть нашей атмосферы является самой плотной, поскольку она сжимается весом воздуха, находящегося над ней. Таким образом, хотя атмосфера имеет высоту не менее нескольких сотен миль, половина ее массы, т. е. половина количества вещества в ней, выраженного в весе, находится на высоте около $3\frac{1}{2}$ миль над уровнем моря, а около семи восьмых — ниже уровня десяти миль. Выше примерно пяти миль атмосфера слишком разрежена, чтобы поддерживать жизнь. Самые высокие облака редко поднимаются выше десяти миль. Бури почти никогда не достигают такой высоты. Короче говоря, явления жизни и явления погоды ограничены слоем воздуха, который настолько мал по сравнению с размерами нашего земного шара, что на поверхности апельсина он был бы представлен тонким листом бумаги.

Фактическая высота атмосферы даже приблизительно не известна. Существуют теоретические основания полагать, что даже на высоте тысяч миль над землей молекулы

атмосферных газов все еще находятся под контролем земной гравитации, в то время как на таких уровнях другие молекулы атмосферы постоянно улетучиваются в космическое пространство. На высоте пятидесяти миль плотность атмосферы составляет менее $1/75\,000$ от плотности на уровне моря, т. е. она более чем в семьдесят пять раз меньше, чем лучший «вакуум», который можно получить с помощью обычного механического воздушного насоса. На высоте 300 миль ее плотность, по расчетам, составляет примерно одну двухмиллионную часть от плотности на уровне моря.

Самым высоким атмосферным явлением, которое мы можем наблюдать непосредственно, является полярное сияние, которое было сфотографировано на высоте более 300 миль. Высота полярного сияния определяется путем одновременных наблюдений, проводимых в двух или более точках, то же самое относится к падающим звездам и их следам, которые, по-видимому, особенно многочисленны на высоте от 60 до 90 миль (). Так называемые «ночные светящиеся облака», которые светились отраженным солнечным светом в течение нескольких лет после великого извержения Кракатау и, как предполагалось, состояли из мелкой пыли этого вулкана, находились, вероятно, на высоте около пятидесяти миль над землей. Из продолжительности сумерек мы делаем вывод, что на высоте более сорока пяти миль воздух настолько разрежен, что не может отражать солнечный свет на землю. Облака дают информацию о движениях воздуха на различных уровнях до десяти миль и более. Наблюдения на горах дополняют наши знания об атмосфере над обычными уровнями проживания.

Из всех методов исследования атмосферы в вертикальном направлении наиболее плодотворным является использование воздушных змеев и воздушных шаров. В последние годы исследования такого рода стали настолько обширными и высокоспециализированными, что их считают отдельной отраслью метеорологии, известной как аэрология. Именно благодаря развитию в этой области метеорология стала «трехмерной наукой». Раньше метеорологи могли лишь изучать, так сказать, *нижний* слой атмосферы, но теперь они наблюдают и фиксируют ее на всех уровнях. Синоптики ежедневно получают отчеты о состоянии верхних слоев атмосферы, которые помогают им делать прогнозы как для жителей *суши*, так и для авиаторов, а накопленные данные наблюдений за верхними слоями атмосферы проливают новый свет на многие сложные атмосферные проблемы.

Научные полеты на воздушных шарах не являются новостью. Некоторые из них были осуществлены в XVIII веке, а многие известные — в XIX веке, в том числе полеты Био, Гей-Люссака, Глейшера, Тиссандье и других смелых ученых. «Рекордная» высота для таких личных полетов была достигнута в 1901 году, когда Берсон и Зюринг поднялись на высоту 35 400 футов над Берлином. Воздушные змеи были запущены в метеорологических целях еще до бессмертного эксперимента Бенджамина Франклина в 1752 году. Однако современные аэрологические методы имеют мало общего с этими пионерскими начинаниями. Существующие типы коробчатых воздушных змеев, пилотных баллонов, зондирующих баллонов и саморегистрирующих метеорологических приборов для исследования верхних слоев атмосферы были разработаны во второй половине XIX века, но их использование в метеорологии стало массовым только в начале нынешнего века. Эпохальным событием в этих начинаниях стало открытие *изотермического слоя*.

Общеизвестно, что чем выше поднимаешься в атмосфере, тем холоднее становится воздух. Поэтому даже в экваториальных регионах вершины высоких гор покрыты вечным снегом. Среднее снижение температуры составляет около 1 градуса по Фаренгейту на каждые 300 футов. До 1902 года метеорологи предполагали, что атмосфера продолжает постепенно охлаждаться вверх по бесконечности, но в том году француз М. Тейссеренк де

Борт, который запустил в воздух сотни небольших беспилотных воздушных шаров с самозаписывающимися термометрами, объявил, что на высоте около шести с половиной миль температура перестает понижаться. Фактически он обнаружил, что на этой высоте часто наблюдается небольшое *повышение* температуры с увеличением высоты на определенном расстоянии вверх, а затем температура остается почти постоянной на всей высоте подъема воздушных шаров. Сначала это заявление было встречено со значительным скептицизмом, но вскоре аналогичные наблюдения были зарегистрированы в других частях мира. Была обнаружена новая «оболочка» атмосферы, которая, как показали последующие исследования, отличается от нижних слоев воздуха не только по температуре, но и по другим параметрам, и сначала была названа ее первооткрывателем изотермическим слоем. Позже он заменил это название на *стратосферу*, которое сейчас используется повсеместно. В отличие от стратосферы, часть атмосферы, лежащая ниже нее, называется *тропосферой*.

Стратосфера была исследована в широко разбросанных частях Земли, и информация о ней накапливается с каждым днем. Хотя она простирается над всем миром, высота, на которой она начинается, отнюдь не одинакова. Высота выше летом, чем зимой; она варьируется в зависимости от барометрического давления на поверхности Земли; и она определенно выше над экватором, чем над полюсами. Последний факт приводит к интересному парадоксу. Поскольку над экваториальными регионами температура продолжает падать с подъемом на большую высоту, чем в других широтах, именно здесь наблюдаются самые низкие температуры в атмосфере. Зондирующий баллон, запущенный из Батавии, Ява, в ноябре 1913 года, зафиксировал 113° ниже нуля по Фаренгейту, что является самой низкой температурой воздуха, когда-либо наблюдавшейся. В средних широтах температура стратосферы в среднем составляет около 68° ниже нуля по Фаренгейту.

Температура этой интересной верхней атмосферы значительно варьируется как по вертикали, так и по горизонтали, но никогда не демонстрирует постоянных вертикальных колебаний, характерных для нижних слоев атмосферы. В стратосфере нет облаков (за исключением редких пылевых облаков), и ее циркуляция значительно отличается от циркуляции в тропосфере, однако ее точная природа пока не определена.

Уже упомянутый зондирующий баллон является одним из четырех основных типов воздушных аппаратов, используемых для изучения атмосферы, остальные три — это пилотный баллон (), привязной баллон и воздушный змей. Зондирующий баллон, или *ballon-sonde*, представляет собой небольшой свободный баллон, на котором не находится человек, а установлен набор сверхчеловеческих метеорологических приборов, которые непрерывно и автоматически регистрируют температуру, барометрическое давление, а иногда и влажность на протяжении всего пути. Записи фиксируются на вращающемся барабане или диске, обычно покрытом сажей. В наиболее распространенном виде баллон изготовлен из каучука и при запуске наполняется водородом не до полной емкости. По мере подъема в области пониженного давления воздуха он постепенно расширяется и в конце концов лопается на высоте, заранее приблизительно определенной. Своего рода парашют, а иногда и вспомогательный воздушный шар, обеспечивают мягкое падение на землю. К аппарату обычно прикрепляется билет, предлагающий нашедшему вознаграждение за его возвращение и содержащий инструкции по упаковке и отправке. Рано или поздно он обычно возвращается. Фактически, высокий процент возвращенных аппаратов, даже в малонаселенных странах, является не самой замечательной особенностью этого нового метода исследования. Так, из 72 воздушных шаров, запущенных франко-шведской экспедицией в Лапландии, 41 в конечном итоге был возвращен вместе с приборами. Один из них упал в озеро и был найден через три года.

Пилотный воздушный шар не несет никаких приборов, он служит лишь для того, чтобы по его наблюдаемому дрейфу определять скорость и направление воздушных потоков на разных уровнях. Пилотный воздушный шар наблюдается во время полета с помощью специального теодолита или, что предпочтительнее, двух теодолитов, расположенных на некотором расстоянии друг от друга. Было разработано несколько изобретательных методов для вычисления и построения его фактического курса в воздухе. Помимо использования в научных исследованиях, такие шары стали одним из основных вспомогательных средств авиационных предприятий во всем мире, а также используются артиллеристами, чтобы они могли должным образом учитывать отклоняющее воздействие ветра на полет снарядов. Во время мировой войны для военных целей в воздух были запущены сотни тысяч пилотных шаров.

Метеорологические приборы запускаются на воздушных змеях или привязных воздушных шарах, когда — например, в связи с прогнозированием погоды — наблюдения должны быть получены быстрее, чем это возможно с помощью зондирующих воздушных шаров, но такие устройства могут достигать только умеренных высот. Воздушные змеи поднимались на высоту около четырех с половиной миль над уровнем моря, в то время как зондирующий воздушный шар достигал почти двадцати двух миль, а пилотный воздушный шар — двадцати четырех миль. Средняя высота подъема зондирующих аэростатов составляет около десяти миль. Как уже упоминалось, воздухоплаватели поднимались на высоту 6,7 миль. Это немного выше, чем лучший рекорд самолетов.

Использование самолетов для метеорологических наблюдений пока еще довольно ограничено, но неизбежно будет расширяться. Еще одно устройство обещает дать ценную аэрологическую информацию благодаря своей способности подниматься на необычайные высоты. Это специальная форма ракеты, недавно изобретенная профессором Р. Х. Годдардом, которая приводится в движение несколькими последовательными взрывами взрывчатого вещества в процессе своего восходящего полета, и с помощью которой, по мнению изобретателя, будет возможно исследовать всю вертикальную протяженность атмосферы. Метеорологический аппарат для использования с ракетой Годдарда был разработан г-ном С. П. Фергюсоном из Метеорологического бюро.

Атмосфера давит на Землю с силой, которая на уровне моря составляет в среднем около 14,7 фунтов на квадратный дюйм. Это давление в любой точке оказывается одинаково во всех направлениях; оно действует, например, на всю поверхность человеческого тела, а это означает, что человек среднего роста живет под грузом около семнадцати тонн воздуха. Он не испытывает дискомфорта, потому что давление извне уравнивается давлением воздуха, проникающего в его тело.

Давление атмосферы уменьшается по мере подъема почти с той же скоростью, что и ее плотность. Таким образом, в горах и на плато оно значительно меньше, чем в низинах. Нигде давление не является неизменным, как и нет постоянной зависимости между давлением и высотой, но, зная примерно среднее атмосферное давление над поверхностью Земли, а также площадь последней, мы можем рассчитать в округленных цифрах общий вес атмосферы — около 5 000 000 000 000 000 тонн. Это составляет примерно 1/1 200 000 от общего веса Земли.

ГЛАВА II

РЕСУРСЫ АТМОСФЕРЫ

В условиях экономического стресса нашего времени много говорят о «природных ресурсах». Это выражение у большинства людей вызывает в воображении запасы полезных ископаемых, топлива и нефти, заключенные в недрах земли; воды, пригодные для питья, мытья, орошения, производства электроэнергии и судоходства; леса и другие природные заросли полезной растительности; а также почву, на которой мы выращиваем наши культуры. Однако, если немного подумать, становится ясно, что это одностороннее перечисление. Ресурсы *атмосферы* так же важны для человечества, как и ресурсы земли и воды, если не более.

Уголь, добываемый из земли, состоит в основном из углерода, который в прошлые века извлекался растениями из воздуха. Более того, он был бы бесполезен для нас, если бы у нас не было кислорода в воздухе, чтобы его сжигать. Без кислорода мы также не могли бы плавить металлические руды. Все наши леса и все наши сельскохозяйственные культуры получают гораздо больше твердых веществ из воздуха, чем из почвы. Топливо и вода являются ценными источниками энергии, но таковыми же являются и движущийся воздух, который приводит в движение парусные корабли и ветряные мельницы, и атмосферное давление, которое помогает работать всасывающим насосам. Именно влага из воздуха питает наши реки и, прямо или косвенно, орошает все растения, растущие на земле. Наконец, именно кислород из атмосферы, которым мы дышим, не дает нам очень быстро утратить способность использовать любые другие ресурсы природы.

Воздух и вода вместе содержат в своем составе кислород, азот, водород и углерод — все основные компоненты нашей пищи в неограниченном количестве. Заманчиво думать о том, как медленно и окольными путями эти вещества превращаются в съедобную форму — и о цене, которую мы за это платим. Не менее заманчива, когда уголь становится дефицитным и дорогостоящим, мысль о том, что каждый легкий ветерок насыщен углекислым газом, из которого химия живых растений так легко извлекает основной элемент топлива. Общее количество углекислого газа в атмосфере составляет около 2 200 000 000 000 тонн, что эквивалентно 600 000 000 000 тонн углерода.

Мы говорили о полезности воздуха как источника энергии. Возможно, он еще более полезен как простое средство хранения и передачи энергии. Инженер накапливает энергию в массе воздуха, сжимая его. Когда воздух впоследствии расширяется, он отдает свою энергию, и благодаря этому может выполнять различные полезные задачи. С помощью несколько аналогичного процесса энергия применяется для создания вакуума, чтобы обычное давление атмосферы могло быть использовано для выполнения определенной работы. Примерами этого процесса являются всасывающий насос, сифон и пылесос, а также такие привычные действия, как всасывание напитков через соломинку и наполнение капельницы.

Из примитивных типов мехов, с помощью которых с древних времен сжимали воздух для раздувания огня, были разработаны множество чудодейственных приборов современности,

таких как пневматические тормоза, пневматические трубы, локомотивы на сжатом воздухе, водолазные аппараты, кессоны, некоторые виды холодильного оборудования и длинный список пневматических инструментов. Венцом изобретательности в этой области стало открытие методов сжатия и расширения воздуха, с помощью которых это невидимое, неуловимое вещество может быть преобразовано в видимую жидкость и видимое твердое вещество; этот процесс имеет чрезвычайно ценные применения, как мы увидим вскоре.

Сжатый воздух, как средство передачи энергии, может соперничать с такими механическими устройствами, как зубчатые передачи, ременные и тросовые приводы, когда он применяется вблизи компрессора; он может транспортироваться на многие километры по трубам, конкурируя таким образом с электрическим током; или, наконец, он может транспортироваться в резервуарах к месту использования, что аналогично использованию аккумуляторных батарей. Кроме того, сжатый воздух имеет определенные преимущества перед другими методами передачи энергии для ряда специальных целей. Так, для использования в угольных шахтах он безопаснее электричества, поскольку не создает опасности возникновения искр. Существует множество случаев, когда сам воздух используется в процессе, к которому применяется энергия, например, в различных видах воздушных струй, от простых мехов до вентиляторов доменных печей; а также в аэрационных аппаратах, масляных и топливных горелках, распылителях, очистителях и т. д.

Одной из распространенных форм воздушного компрессора является ручной насос, используемый для накачивания велосипедных шин. Это простое устройство иллюстрирует два важных факта: во-первых, для преодоления силы расширения воздуха необходимо затратить значительное количество энергии, и, во-вторых, часть энергии, подаваемой на насос, производит тепло. Очевидно, что тепло, производимое и рассеиваемое в окружающем воздухе, представляет собой потерю энергии, но энергия тратится и другим способом, который, возможно, не так очевиден. При нагревании газа его сила расширения увеличивается. Следовательно, из-за нагрева воздуха в шине насосу приходится прилагать больше усилий для достижения заданного уровня сжатия, чем если бы воздух оставался холодным.

Чтобы избежать этих потерь, воздушные компрессоры, используемые в промышленных целях, оснащаются каким-либо устройством для охлаждения воздуха во время сжатия. Это достигается путем распыления воды внутри цилиндра компрессора или, что более распространено, путем заключения цилиндра в водяную рубашку. При создании высокого давления воздух постепенно сжимается в двух или более цилиндрах и охлаждается между последовательными ступенями. Наконец, перед подачей сжатого воздуха на приводные инструменты или механизмы его часто повторно нагревают для повышения давления. Для большинства промышленных целей давление сжатого воздуха не превышает 75 фунтов на квадратный дюйм (5 «атмосфер»). Для заправки резервуаров локомотивов, работающих на сжатом воздухе, для сжижения газов и некоторых других целей используются гораздо более высокие давления. В лабораторных экспериментах воздух сжимался до огромного давления 60 000 фунтов на квадратный дюйм, или 4000 атмосфер. При давлении 14 000 фунтов на квадратный дюйм сжатый воздух успешно использовался для взрывных работ в шахтах вместо обычных взрывчатых веществ.

Использование пневматических инструментов началось в шестидесятых годах прошлого века, когда пневматические дрели с заметным успехом применялись при строительстве туннелей Мон-Сени и Хусак. В настоящее время такие инструменты являются незаменимыми помощниками не только при прокладке туннелей и в горнодобывающей промышленности, но и практически во всех отраслях металлообработки и деревообработки, и внесли неоценимый вклад в благосостояние человечества.

Представьте себе рабочего с обычным молотком, использующего такой инструмент, как долото, пуансон или калька, и оцените объем работы, выполненной за день, проведенный в этом утомительном труде. Затем подумайте, как такие операции выполняются с помощью такого универсального вещества, как воздух. Пневматический молоток состоит из поршня, работающего в цилиндре, в который сжатый воздух подается из компрессора с помощью гибкого шланга. Молоток сконструирован таким образом, что воздух заставляет поршень работать вперед-назад с большой скоростью. Долото, трамбовка или другой ударный инструмент свободно устанавливается в носовой части молотка, так что поршень ударяет по нему при каждом движении вперед. Рабочему не нужно ничего делать, кроме как удерживать инструменты на месте. С помощью обычного молотка или киянки рабочий наносит от двадцати до ста ударов в минуту, в зависимости от характера работы. Скорость пневматического молотка составляет от 1000 до 20 000 ударов в минуту, поэтому его звук представляет собой непрерывное жужжание. Такие молотки используются для заделки щелей, сколов, клепки и многих других целей.

В другой большой группе пневматических инструментов работа выполняется за счет вращения, а не ударов. Поршень заменяется двигателем, который вращает шнек, сверло или другой инструмент для таких операций, как сверление, завинчивание, развертывание и т. д.

Использование пневматических труб для транспортировки писем, посылок и т. п., хотя и было предложено еще в 1667 году, практикуется только с 1854 года, когда в Лондоне () была построена труба длиной 220 ярдов для передачи телеграфных сообщений. Перевозимые предметы помещаются в плотно прилегающий к трубе контейнер и продвигаются либо за счет подачи сжатого воздуха сзади, либо за счет откачки воздуха спереди. Десятки миль таких труб, проложенных под землей, в настоящее время эксплуатируются в Лондоне, Париже, Берлине, Нью-Йорке и других крупных городах для перевозки почтовых отправок. В Соединенных Штатах пневматический транспортер для перевозки наличных денег, используемый в магазинах, является наиболее распространенным применением «пневматической доставки», как называется эта система транспортировки.

Использование сжатого воздуха вместо кисти для нанесения краски, лака и побелки является еще одним примером многогранных возможностей воздуха как средства передачи энергии.

Когда замкнутый объем воздуха или другого газа подвергается давлению, его объем уменьшается, а плотность увеличивается. Естественно задаться вопросом, что произойдет, если внешнее давление будет увеличиваться до бесконечности. Превратится ли заключенное вещество в конечном итоге из газообразного в твердое или жидкое? Ответ на этот вопрос, полученный около полувека назад благодаря исследованиям Томаса Эндрюса, заключается в том, что никакое давление не может сжижать газ, если его температура не опускается ниже определенной отметки. Эта отметка, известная как *критическая температура*, сильно различается для разных веществ. Для большинства атмосферных газов она чрезвычайно низкая. Так, кислород необходимо охладить до 118° ниже нуля по Цельсию (180° ниже нуля по Фаренгейту), прежде чем он станет жидким при любом давлении, а критическая температура азота еще ниже. Попытки сжижать газы атмосферы долгое время были безуспешными из-за сложности достижения таких низких температур.

В настоящее время эта проблема решена настолько полно, что производство жидкого воздуха стало обычным коммерческим предприятием, и ежегодно производится миллионы галлонов. Жидкий воздух является основным коммерческим источником чистого кислорода, азота и других газов, содержащихся в атмосфере. Он также используется в

качестве хладагента в различных промышленных и научных процессах, и с каждым годом для него находят все новые и новые применения.

Как и многие другие современные чудеса, по сравнению с которыми предполагаемые подвиги некромантии кажутся скучными и детскими, сжижение воздуха основано на довольно простых принципах. Самый ранний коммерческий процесс был изобретен, в его основных чертах, Линде в 1895 году, а более новые процессы являются лишь модификациями этого.

Эксперименты английских физиков Джоуля и Томсона показали, что когда газ под давлением проходит через небольшое отверстие, за которым он расширяется, он подвергается некоторому охлаждению. Это падение температуры, известное как «эффект Джоуля-Томсона», как правило, довольно незначительно, но Линде разработал способ его усиления в своем «процессе регенеративного охлаждения». Воздух, который необходимо сжижать, сначала сжимается, например, до 100 атмосфер, максимально охлаждается водой и проходит через длинную спиральную трубу. В конце спирали он выходит через небольшое сопло и таким образом еще больше охлаждается за счет вышеупомянутого эффекта. Затем охлажденный воздух проходит обратно по спиральной трубе и вызывает еще большее охлаждение воздуха в последней. Выходящий воздух снова сжимается и проходит тот же процесс, что и раньше. Таким образом, его температура постоянно понижается, пока, наконец, поток, выходящий из сопла, не становится жидкостью, а не газом. Жидкость собирается в резервуаре, из которого ее можно слить по желанию.

Полученный таким образом жидкий воздух имеет температуру около 315° ниже нуля по Фаренгейту. Обычно он закачивается в сосуд, названный в честь его изобретателя, колбу Дьюара, которая открыта сверху, но в остальном изолирована от температуры окружающего воздуха благодаря двойной стенке с вакуумом между стенками. Обычная термосная бутылка построена по тому же принципу. В таком сосуде жидкий воздух может храниться в течение нескольких часов и даже дней, и таким образом он доступен для использования во многих интересных лабораторных экспериментах.

Жидкий воздух выглядит очень похоже на воду, за исключением его слегка голубоватого цвета. Он кипит, т. е. превращается обратно в обычный воздух, при температуре, лишь немного превышающей температуру, при которой он производится, и это кипение, конечно, быстро продолжается на поверхности жидкости из-за поглощения тепла из воздуха над ней. Жидкий воздух легче воды, поэтому он плавает на ней. Один кубический фут жидкого воздуха эквивалентен примерно 800 кубическим футам обычного воздуха при температуре 60 °F и атмосферном давлении.

Любопытные эффекты жидкого воздуха, лишь некоторые из которых можно упомянуть здесь, не являются нерелевантными для темы атмосферных ресурсов, поскольку они различными способами помогают в проведении важных научных исследований. Почти все жидкости затвердевают, а почти все твердые вещества упрочняются и затвердевают при погружении в жидкий воздух. Спирт быстро замерзает в нем и одновременно выделяет столько тепла, что жидкий воздух бурно кипит, а застывающий спирт переливается через сосуд небольшой лавиной снега. Каучук становится хрупким, как стекло. Мясо становится настолько твердым, что при ударе молотком оно звенит, как сталь. Химическое воздействие значительно снижается под воздействием низкой температуры жидкого воздуха, как и электрическое сопротивление металлов. Можно было бы предположить, что такая температура будет смертельной для всех форм жизни, но это не так. Золотая рыбка, замороженная в жидком воздухе, оживает и энергично плавает через несколько секунд после возвращения в воду. Бактерии выживают после нескольких часов воздействия

температуры жидкого воздуха, а семена высших растений, даже после нескольких дней подобной обработки, прорастают так же, как и другие семена.

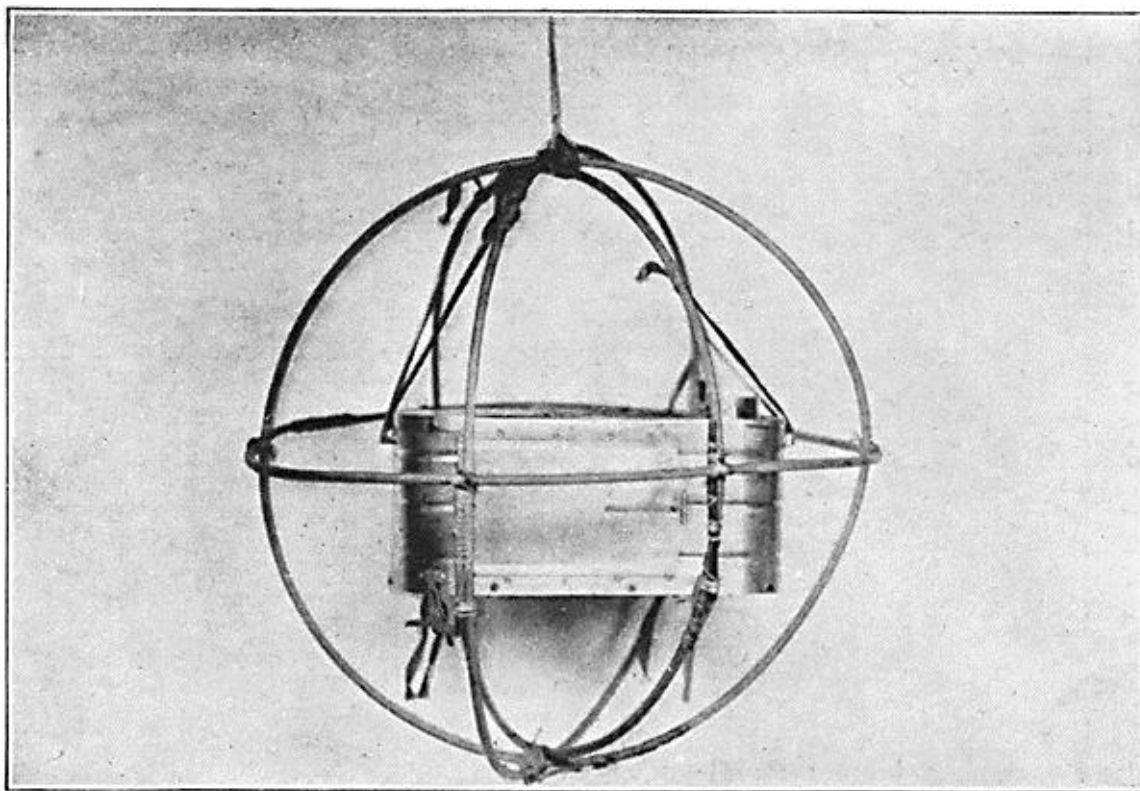
Большинство атмосферных газов не только сжижаются, но и замерзают. Важным исключением является гелий, который сжижается только при температуре 452° ниже нуля по Фаренгейту. Замечательный подвиг по сжижению гелия был совершен в 1908 году голландским физиком Камерлингхом Оннесом, который впоследствии, в своих попытках затвердеть это вещество, достиг беспрецедентной температуры менее 2° по Цельсию выше «абсолютного нуля» или 456° ниже нуля по Фаренгейту, путем быстрого испарения жидкости при значительно пониженном давлении.



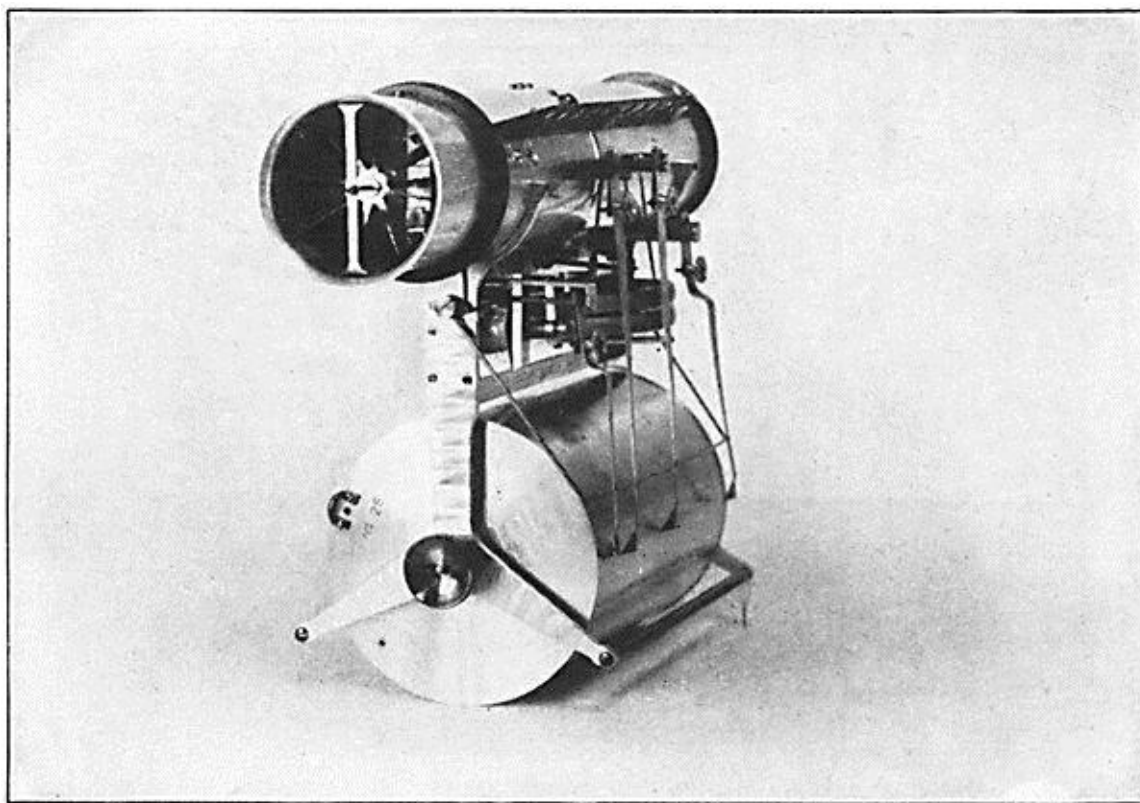
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРХНИХ СЛОЕВ АТМОСФЕРЫ. Слева: начало полета пилотного воздушного шара. Справа: запуск зондирующего воздушного шара. Обратите внимание на парашют, который

мягко опускает корзину с приборами на землю после взрыва воздушного шара.
(Фотографии из Метеорологического бюро США.)

Хотя при сжижении воздуха кислород и азот конденсируются одновременно, последний имеет более низкую температуру кипения, чем первый, и поэтому испаряется быстрее, когда жидкость испаряется. Этот факт позволяет разделить два вещества с помощью процесса, известного как «фракционная дистилляция», и поэтому были созданы заводы по производству жидкого воздуха специально для производства кислорода и азота, на которые существует большой и растущий коммерческий спрос. Ежегодно десятки миллионов кубических футов кислорода используются в удивительно эффективном процессе сварки металлов с помощью кислородно-ацетиленовой горелки (), пламя которой имеет температуру около 6000 градусов по Фаренгейту. Большая часть поставок в настоящее время поступает из жидкого воздуха. Столь же большое количество используется в недавно внедренном методе резки металла. Объект, который необходимо разрезать, сначала нагревается до накаливания, после чего на него направляется струя кислорода. Металл фактически сгорает в потоке, и получается чистый разрез, как при резке пилой. Интересно подумать о том, что когда мы наполняем легкие кислородом, чтобы поддерживать работу нашего организма, тот же самый атмосферный газ используется для производства автомобилей, велосипедов, сейфов, котлов и военных кораблей. Патроны, изготовленные из лампового сажи, на несколько секунд погруженные в жидкий кислород, а затем снаряженные капсюлем с фульминатом, представляют собой взрывчатое вещество, столь же мощное, как динамит, и гораздо более дешевое в производстве. Было обнаружено, что добавление небольшого количества кислорода в воздух, подаваемый в доменные печи, позволяет значительно экономить топливо, используемое в печи.



МЕТЕОРОГРАФ для использования с зондирующим баллоном. (Модель Фергюсона. Метеорологическая служба США, 1919 г.) Алюминиевый корпус, окруженный обручами из ротанга для защиты прибора при падении на землю в конце полета, содержит набор очень легких саморегистрирующих метеорологических приборов. (Фотография Метеорологической службы США.)



МЕТЕОРОГРАФ-ВОЗДУШНЫЙ ЗМЕЙ. (Модель Метеорологического бюро США.) Четыре пера регистрируют барометрическое давление, температуру, влажность и силу ветра на листе бумаги, намотанном на большой цилиндр, который вращается с помощью часового механизма. Обратите внимание на вентиляторное колесо внутри трубки, предназначенное для измерения силы ветра. Аппарат изготовлен в основном из алюминия и заключен во внешний алюминиевый корпус, когда его отправляют в воздух, прикрепив к воздушному змею. (Фотография из Американского метеорологического бюро.)

Наиболее важным промышленным спросом на азот является его использование в процессах «фиксации», т. е. для производства азотных соединений, используемых в качестве удобрений, взрывчатых веществ и т. д. Прежде чем описывать эти процессы, было бы интересно упомянуть, что некоторые «редкие» газы атмосферы в настоящее время получают в промышленных масштабах в качестве побочных продуктов производства кислорода и азота из жидкого воздуха. Так, неон, благодаря своему чрезвычайно малому сопротивлению прохождению электрических разрядов, является многообещающим веществом для наполнения люминесцентных ламп, особенно после того, как были найдены способы корректировки яркого красного цвета света, который был характерен для первых неоновых ламп. Аргон также используется для наполнения электрических ламп.

Идея использования неограниченных запасов атмосферного азота в интересах сельского хозяйства и обрабатывающей промышленности в последние годы была очень популярна

среди общественности и приобрела особую известность во время последней войны, когда были предприняты большие усилия по увеличению поставок азотных материалов, пригодных для использования в взрывчатых веществах. Азотные вещества в почве необходимы для роста растений, и еще в 1898 году сэр Уильям Крукс в своем выступлении перед Британской ассоциацией по продвижению науки встревожил мир, указав на возможность общего голода из-за предполагаемого истощения чилийских нитратов и других источников азотных удобрений. Азот также в огромных количествах входит в состав многих промышленных продуктов, помимо взрывчатых веществ. Неудивительно, что популярные писатели обращают внимание на тот факт, что атмосфера содержит гораздо больше азота, чем необходимо человечеству для всех возможных целей — фактически около 20 000 000 тонн на каждый квадратный километр поверхности Земли.

Однако в отношении проблемы использования этого запаса азота существует широко распространенное заблуждение. Свободный (т. е. несоединенный) азот бесполезен в качестве удобрения и не может быть легко использован в промышленности. Процесс его извлечения из атмосферы не представляет сложности благодаря развитию промышленности по производству жидкого воздуха. Настоящая трудность заключается в том, чтобы заставить этот инертный газ вступать в химическое соединение с другими веществами, образуя полезные соединения, такие как аммиак и нитраты; другими словами, «фиксировать» его.

Как мы уже упоминали на другой странице, разряды молнии вызывают соединение азота и кислорода в атмосфере, а также, возможно, соединение азота и водорода с образованием аммиака. Существует еще один естественный процесс, при котором фиксируется атмосферный азот. Некоторые виды бактерий способны извлекать этот газ из атмосферы и соединять его с другими веществами. Некоторые из этих бактерий являются независимыми организмами, в то время как другие образуют колонии паразитов, растущих на корнях высших растений, главным образом представителей семейства бобовых. В последнем случае бактерии используют азот воздуха и углеводы, поступающие из корней, на которых они растут, для образования азотных соединений, которые частично передаются растению-хозяину.

К сожалению, этих природных процессов недостаточно для поддержания высокой плодородности сельскохозяйственных почв. Запасы минерального азота практически ограничены нитратными месторождениями Чили, из которых ежегодно экспортируется более двух миллионов тонн нитрата натрия; однако этих запасов хватит не более чем на несколько десятилетий. Связанный азот в виде аммиака поставляется в больших и быстро растущих объемах из коксовых печей в качестве побочного продукта, а еще одним постоянным источником азотных веществ являются все виды животных и растительных отходов, включая рыбные отходы и отходы скотобоен, мусор, сточные воды, навоз и т. д. Однако, поскольку потребности сельского хозяйства и обрабатывающей промышленности значительно превышают общее количество соединений азота, получаемых из всех этих источников, изобретатели были вынуждены прибегнуть к искусственным методам фиксации атмосферного азота, и в настоящее время несколько таких методов уже применяются в промышленности. В настоящее время их совокупная продукция составляет почти треть от общего объема поставок азота в мире.

Здесь не предлагается подробно описывать эти методы, но можно упомянуть, что один из них, известный как «дуговой процесс», имитирует действие молнии, соединяя азот и кислород, которые естественным образом присутствуют в воздухе, в то время как другие используют азот, который был предварительно отделен от воздуха с помощью процесса жидкого воздуха. Для коммерческого успеха дугового процесса требуется большой объем

дешевой электроэнергии, и в настоящее время он практически ограничен Норвегией и Швецией, где электроэнергия получается из водопадов. В этом процессе воздух пропускается через огромное электрическое пламя, распределяемое мощным электромагнитом. Воздух выделяет оксид азота, который соединяется с водой с образованием азотной и азотистой кислот, а эти вещества соединяются с другими с образованием товарных продуктов. Наиболее широко используемый процесс фиксации, который правительство США предложило использовать на крупных заводах, строительство которых велось в этой стране в конце войны, известен как «процесс цианамида». Этот процесс требует в качестве сырья больших запасов известняка и кокса, из которых в электрической печи производится карбид кальция. Карбид кальция при нагревании до красного каления поглощает азот, образуя промежуточный продукт, из которого в ходе дальнейших процессов получают аммиак и азотную кислоту. Третий метод фиксации атмосферного азота, который широко применяется в Германии и в настоящее время начинает использоваться в других странах, обычно называют «процессом Габера». В этом процессе азот соединяется с водородом, полученным из воды, с образованием аммиака, причем соединение облегчается присутствием того, что химики называют «катализатором», т. е. веществом, которое позволяет другим веществам соединяться, не претерпевая при этом никаких изменений. В процессе Габера используется несколько различных катализаторов.

Два или три других метода фиксации азота начинают приобретать коммерческое значение.

Хотя энергия ветра занимает важное место среди ресурсов атмосферы, нельзя сказать, что использование этого ресурса в современную эпоху претерпело изменения, сопоставимые с поразительными изобретениями и открытиями, о которых мы только что говорили, если не считать использования ветра в авиации. Ресурсы атмосферы, используемые авиацией, будут рассмотрены в следующих главах.

Сегодня, как и в прошлые века, ветер в основном используется для приведения в движение парусных судов, и его использование для этой цели, конечно, имеет меньшее значение, чем до появления пара. Важность ветряных мельниц также значительно снизилась. Этот факт был ярко продемонстрирован несколько лет назад, когда Бюро статистики США собрало через американских консулов за рубежом подробную информацию об использовании ветряных мельниц в других странах. В большинстве стран Европы ветряные мельницы быстро исчезают. Например, в Голландии, традиционной родине ветряных мельниц, постоянная задача осушения полей теперь выполняется паровыми насосами, и общее количество ветряных мельниц, по оценкам, составляет лишь около одной десятой от того, что было несколько веков назад. Наша страна, вероятно, единственная, где использование ветряных мельниц растет. Современная американская ветряная мельница с ее дискообразным собранием многочисленных легких парусов и изобретательными устройствами для поворота, рифления и т. д. является гораздо более эффективным устройством, чем старинная ветряная мельница, но ее полезность, как и полезность других ветряных мельниц, ограничена нерегулярностью ветра.

В течение многих лет существовала надежда, что ветряная мельница в конечном итоге станет распространенным средством производства электроэнергии, но эта надежда пока не оправдалась, хотя отдельные установки такого типа успешно используются.

ГЛАВА III

АТМОСФЕРА КАК ШОССЕ

В последние несколько лет атмосфера приобрела новое и огромное значение в жизни человека как среда, предоставляющая возможности для путешествий и транспортировки, во многих отношениях намного превосходящие те, которые предлагает суша или вода. Воздушные магистрали теперь открыты для бизнеса и отдыха. Большинству людей трудно осознать этот факт. Навигация по воздуху в широком масштабе так долго рассматривалась как мечта о будущем, что мы не можем легко приспособить свое сознание к реальности.

История медленных шагов, с помощью которых был осуществлен этот важный факт, слишком длинная, чтобы рассказывать ее здесь. То, что мы намереемся сделать в настоящей главе, - это обрисовать разнообразные области применения, для которых человек сейчас применяет приобретенные им авиационные знания и навыки. В то же время мы будем в некоторой степени предвосхищать развитие событий ближайшего будущего; ибо линии прогресса настолько четко обозначены, что это возможно сделать, не давая слишком большой воли воображению.

В следующей главе, посвященной авиационной метеорологии, мы кратко коснемся механических принципов, лежащих в основе воздушной навигации, в качестве предисловия к более подробному описанию условий ветра и погоды, с которыми сталкивается воздушное судно, и услуг, которые метеоролог оказывает авианавту.

Историю воздухоплавания можно разделить на два периода, разделительной линией между которыми является 1914 год. До великой войны многие блестящие умы, пытавшиеся решить проблемы воздушной навигации, получали сравнительно мало помощи или поощрения от человечества в целом. Воздушный корабль и аэроплан были свершившимися фактами, но большинство людей смотрели на них как на щекотливые изобретения, имеющие очень малую практическую ценность. Начиная с 1909 года авиация занимала огромную долю общественного внимания; предлагались щедрые призы за воздушные подвиги; изо дня в день устанавливались новые рекорды скорости, высоты и выносливости; но для публики и, возможно, для большинства самих авиаторов все это означало лишь то, что был создан новый захватывающий вид спорта, а не новое искусство безграничной полезности. Очень немногие бизнесмены были склонны вкладывать деньги в разработку самолетов, а правительства ведущих стран, за единственным исключением, были невероятно слепы к важности строительства воздушных флотов для использования в войне. Исключением была Германия, которая не только оказала решительную поддержку графу Цеппелину в постройке его дирижаблей, но и развила военную авиацию до такой степени, что вступила в войну примерно с 800 самолетами и тысячей подготовленных пилотов.

С началом войны зарождающееся искусство расцвело пышным цветом. Теперь для экспериментов и созидания были доступны неограниченные средства. Тысячи летунов кружили в воздухе, а зона боевых действий была испытательным полигоном огромного

масштаба, где едва вводилось одно усовершенствование, как его заменяло другое. Некоторые из лучших инженерных талантов мира были переведены из многих областей на выполнение одной задачи - удовлетворить потребности военных воздухоплавателей в большей скорости, большей мощности, более надежных двигателях, более качественных материалах и приборах. Таким образом, война не только усовершенствовала воздухоплавание — особенно авиацию — как искусство, но и практически создала его как отрасль промышленности. К концу военных действий мир обнаружил, что обладает огромным парком самолетов, множеством авиационных заводов и огромной армией подготовленных воздухоплавателей. Какое—то время люди спрашивали — и, возможно, некоторые спрашивают до сих пор - “Что нам с ними делать?”

На этот вопрос есть много ответов, и каждый день появляются новые. В совокупности они означают, что в делах человечества наступила новая эра — эра, в которой небо было присоединено к миру, в котором живет человек. Отныне у нас будет больше пространства для маневра. Мы больше не будем заключены во Флатландии, но станем свободными в Космическом Мире. Невозможно предвидеть все последствия этого факта, но тех, что уже очевидны, достаточно, чтобы наполнить нас энтузиазмом.

Некоторые из наиболее острых проблем современности вскоре будут решены с помощью воздушной навигации. Возьмем ситуацию в наших перенаселенных городах. Всем известно, как сначала троллейбус, а затем и автомобиль помогли уменьшить загруженность городов, сделав возможным проживание людей за много миль от мест их повседневной работы, но в то же время серьезно увеличили загруженность улиц в деловых кварталах. Самолеты принесут гораздо больше улучшений в этом отношении без соответствующих недостатков. Через несколько лет, вероятно, не будет неудобств жить в пятидесяти или ста милях от места своей работы. Самолеты, предназначенные для перевозки нескольких пассажиров с максимальным комфортом, уже летают со скоростью от 120 до 150 миль в час и практически не зависят от погоды. Несомненно, в будущем будут распространены гораздо более высокие скорости. Автомобили, все работающие на одном уровне, почти исчерпали пространство, доступное на наших самых оживленных улицах, и в таких условиях они почти утратили преимущество в скорости, которым когда-то обладали, перед устаревшими гужевыми повозками. В воздухе никогда не может быть такой тесноты. Когда большой объем воздушного движения сосредоточен в направлении центров городов, люди будут управлять своими транспортными средствами на различных предписанных уровнях и, вероятно, “парковать” их на многоэтажных посадочных площадках. Несомненно, будут изобретены новые способы приземления. Устройство, известное как “вертолет”, которое за последний год продвинулось к практической стадии, указывает на возможности в этом направлении. В вертолете лопасти винта вращаются вокруг вертикальной оси, что позволяет транспортному средству подниматься или опускаться вертикально. Недавно М. Мишлен, известный французский покровитель авиации, предложил приз в размере 100 000 долларов за усовершенствование этого устройства, которое вскоре может произвести революцию в дизайне летательных аппаратов.

Мистер Холт Томас, англичанин, чья дальновидность и энтузиазм так много сделали для ускорения появления практической коммерческой авиации, считает, что в ближайшем будущем основные воздушные трассы мира будут обслуживаться дирижаблями, а не самолетами. Преимущество дирижабля в длительных перелетах заключается в том, что он может перевозить достаточный запас топлива, не слишком занимая пространство, доступное для пассажиров и груза. Поэтому он особенно подходит для трансокеанских перелетов. До сих пор дирижабли, когда они не находились в полете, размещались в огромных ангарах, что требовало больших затрат на установку, а для их посадки требовались услуги сотен людей — операция, которая, вероятно, покажется смехотворной

из-за своей грубости следующему поколению. Дирижабль будущего, вероятно, вообще никогда не попадет в ангар, за исключением периодического капитального ремонта, как обычный корабль попадает в сухой док. Следовательно, потребуется лишь несколько из этих дорогостоящих конструкций. Во время эксплуатации дирижабль, достигнув воздушной гавани, пришвартуется носом к огромной стальной башне и будет раскачиваться на ветру, как морское судно, стоящее на якоре. На вершине башни будет расположена посадочная площадка для пассажиров и грузов, соединенная лифтами с землей внизу. От основных воздушных портов, оборудованных таким образом, будут расходиться второстепенные воздушные маршруты, обслуживаемые самолетами и, в некоторых случаях, летающими лодками.

Такие места посадки дирижаблей были предсказаны Киплингом в его "С ночной почтой" - но взгляд автора был на 2000 год! Мы путешествуем не так уж медленно. Подумайте, что означает тот факт, что мир, затаив дыхание, слушал о полете Блерио над Ла-Маншем в 1909 году; а всего десять лет спустя люди пролетели над Атлантическим океаном.

Мы писали о будущем, но нам не нужно заглядывать вперед в поисках иллюстраций практической ценности воздушной навигации. Уже достигнутые полезные достижения настолько поразительны в своем разнообразии, что заставляют с осторожностью относиться к ограничению возможных применений нового искусства. Случилось, например, что человек, забронировавший билет на транстихоокеанский пароход, опоздал на свой пароход в Сиэтле; после чего он нанял самолет за 75 долларов и догнал пароход на его пути вниз по Пьюджет-Саунду, сэкономив таким образом несколько недель задержки в ожидании следующего. Другой мужчина, производящий мед в больших масштабах, обнаружил, что отравленные аэрозолями сады причиняют вред его пчелам. Он путешествовал на самолете над окружающей местностью, выбирая насаждения для своих ульев на безопасном расстоянии от таких садов, и, по его оценкам, эта мера предосторожности сэкономила ему 10 000 долларов за один год. В августе 1919 года летающая лодка доставила пакет с почтой на лайнер *White Star Adriatic* через два часа после того, как корабль покинул Нью-Йорк.

В настоящее время по обе стороны Атлантики действует несколько маршрутов воздушной почты. Первая регулярная служба такого рода в Америке была запущена 15 мая 1918 года между Нью-Йорком и Вашингтоном, и в течение первого года было доставлено 7 720 840 писем, с небольшим количеством аварий и без смертельных исходов. Первый год службы обошелся правительству в 137 900 долларов, а продажа почтовых марок с самолетов за тот же период принесла доход в размере 159 700 долларов. Из 1261 возможной поездки по этому маршруту было предпринято 1206, и только пятьдесят пять были отменены из-за неблагоприятной погоды. В течение 1919 года Почтовое ведомство не только установило другие воздушные маршруты, но и низвело службу воздушной почты до уровня обычного дела, снизив почтовые расходы на письма, перевозимые самолетом, до обычного тарифа первого класса в два цента за унцию.

В Европе линии скоростных самолетов, ежедневно перевозящих почту, пассажиров и грузы по регулярным маршрутам, становятся частью устоявшегося порядка вещей. Операторы линии между Лондоном и Парижем, которая была открыта в ноябре 1919 года, теперь планируют наладить почасовое сообщение. Некоторые из этих линий были оборудованы беспроводной телефонией, чтобы пилоты могли поддерживать постоянную связь с многочисленными станциями компании вдоль маршрута, а также друг с другом. Таким образом, они могут получать, среди прочего, актуальную информацию о распространенности тумана или других атмосферных условиях в ближайших к ним пунктах. Предположительно, пассажиры, пользующиеся услугами авиационного экспресса, также, в конечном счете, смогут пользоваться беспроводным телефоном *в пути*. В связи с новыми

воздушными маршрутами через короткие промежутки времени создаются подходящие посадочные площадки для регулярного или экстренного использования; идеальным вариантом в настоящее время является так называемая “десятимильная цепочка”, то есть серия аварийных посадочных площадок на расстоянии примерно десяти миль друг от друга. С обычных эшелонов полета пилот на таком маршруте всегда может спланировать на одну из этих площадок в случае отказа его двигателя. Посадочные площадки будут использоваться, с определенными ограничениями, для выпаса крупного рогатого скота и в сельскохозяйственных целях, чтобы помочь покрыть расходы на аренду и обслуживание. В течение 1919 года британское правительство создало сеть посадочных площадок в Африке, на всем пути от Каира до Кейптауна.

Одним из достижений войны стало использование самолетов для фотографирования. Самолет летит над большим участком земли, и камера, установленная вертикально, автоматически делает снимки через определенные промежутки времени. Сделанные таким образом снимки аккуратно соединены в единую полосу. Второй участок, параллельный первому, фотографируется таким же образом, и так далее, пока не будет охвачен весь участок. В конце концов все снимки собираются в так называемую “мозаику”. Этот процесс очень успешен при составлении карты равнинной местности, но представляет трудности при наличии холмов и гор. Вероятно, будет усовершенствован какой-то стереоскопический процесс для точного изображения различий в уровне и получения “контурной” карты. Хотя аэронавигационное картографирование еще не заменило устаревшие методы, у него уже есть несколько очевидных применений. Оно особенно подходит для пересмотра существующих карт. Таким образом, с помощью этого процесса план города может быть быстро обновлен. В Соединенных Штатах Геологическая служба уже много лет занимается составлением крупномасштабных топографических карт всех частей страны. Эта работа продвигается медленно, и некоторым картам десять или пятнадцать лет. Контурные и другие природные особенности на такой карте все еще верны, но изменения в регионе, вызванные работой человека, часто обширны. Пересмотр этих функций может быть легко произведен с помощью описанного выше метода.

Для предварительного составления карты новой страны с помощью фотографии или вручную самолет позволяет сэкономить огромное количество времени и усилий. Геодезисту больше не нужно прокладывать тропы в джунглях или взбираться на горы. Для авиатора нет ни одного труднодоступного региона. Вершина Эвереста, самой высокой горы в мире, на самом деле на милю ниже максимальной высоты, достигнутой самолетом. Авиация стала важной составляющей исследовательских экспедиций. Капитан Амундсен, полярный исследователь, получил квалификацию воздушного пилота еще до того, как отправился в свой дрейф через Северный полярный бассейн, и в это путешествие взял с собой самолеты. В Индии Геодезический департамент организовал регулярную аэрофотосъемку и рекогносцировку, а недавно сфотографировал половодье реки Сатледж, чтобы получить данные для крупного проекта электрификации. Фотографии страны Нила также были сделаны в гидрологических целях. Британские авиаторы в Месопотамии нанесли на карту границы затопления Тигра и предоставили данные для оценки посевных площадей. На Филиппинах инженер недавно совершил длительный полет на самолете, чтобы определить, какой из трех основных маршрутов наиболее подходит для строительства новой железной дороги. Таким образом, были сэкономлены многие месяцы времени и тысячи долларов, поскольку после того, как был сделан выбор, было необходимо отправить только одну партию инженеров-локаторов вместо трех.

В последнее время аэросъемщик стал соперником гидрографа в составлении карт отмелей, каналов, подводных скал и других объектов под водой. Если вода прозрачная и преобладают подходящие атмосферные условия, объекты, погруженные на значительную

глубину, могут быть отчетливо видны с самолета, летящего высоко над поверхностью. Именно благодаря этому факту авиаторы союзников смогли обнаружить затопленные немецкие подводные лодки во время Мировой войны. Камера, оснащенная соответствующими пластинами и светофильтрами, может видеть воду даже лучше, чем глаз. Таким образом, объекты были сфотографированы на глубине более 50 футов. Британские авиаторы нанесли на карту гавань Рахбег на побережье Аравии в 1917 году. В этой стране ведущим специалистом в области подводной фотографии является доктор Уиллис Т. Ли из Геологической службы США, который сделал множество фотографий, демонстрирующих подводные особенности вод, прилегающих к Чесапикскому заливу. Вполне вероятно, что такие реки, как Миссисипи, с постоянно перемещающимися песчаными косами, вскоре станут безопасными благодаря ежемесячному или еженедельному составлению карт с воздуха. В сейсмоопасных регионах, таких как южная Италия и Япония, изменяющиеся береговые линии, отмели и гавани можно легко сфотографировать после каждого нового землетрясения, тем самым сохраняя навигацию открытой и защищая жизни моряков.

Другим применением этого процесса обнаружения подводных объектов с воздуха является воздушное рыболовное патрулирование. План использования самолетов для обнаружения косяков рыб, по-видимому, был впервые предложен профессором Жубеном из Океанографического института Монако, и он был с большим успехом реализован как в Европе, так и в Америке. Его промоутеры надеются, что в конечном итоге это произведет революцию в рыбной промышленности и значительно увеличит мировые запасы продовольствия. В 1919 году гидросамолеты с авиабазы Норт-Айленд в Сан-Диего, Калифорния, совершали регулярные полеты на высоте около 500 футов над прилегающими водами в качестве дополнения к важным рыбным промыслам в этих окрестностях. Когда обнаруживался косяк рыбы, "авиатор" снижался достаточно низко, чтобы определить вид, и если оказывалось, что это промысловый вид, такой как сардина, новость передавалась по радио рыболовному флоту. Океан в окрестностях Сан-Диего был разделен на пронумерованные квадраты, обозначенные на картах, а местоположения обозначались номерами. В 1920 году гидросамолеты ВМС осуществляли ежедневное патрулирование над водами Чесапикского залива в интересах рыболовства Менхаден. Согласно официальному отчету, "эксперименты полностью продемонстрировали коммерческую ценность самолетов в этом промысле". Считается, что самолеты могли бы с таким же успехом использоваться в китобойном промысле.

Лесная служба Соединенных Штатов широко использует армейские самолеты и авиаторов для патрулирования обширных лесов Запада, где в течение всего лета необходимо постоянно следить за пожарами. Ежегодно в этой стране происходит около 28 000 лесных пожаров, а средняя площадь, на которой выгорает древесина, составляет более 8 000 000 акров, что влечет за собой среднегодовые потери древесины на сумму 10 000 000 долларов. Наблюдения ведутся с горных вершин и вышек, но воздушный наблюдатель имеет гораздо больший диапазон обзора и может легко обнаружить пожары в таких местах, как глубокие каньоны, где они во многих случаях скрыты от существующих наблюдательных пунктов. Когда происходит крупный пожар, летчик может быстро определить его масштабы и передать информацию по беспроводной связи в пожарные службы. В случае, если пожар труднодоступен из-за отсутствия дорог, пожарных можно доставить на место на самолетах. Было даже предложено бороться с лесными пожарами путем сбрасывания бомб, начиненных огнетушащими химикатами. Одно время считалось, что самолеты могли бы в значительной степени заменить стационарные наблюдательные пункты, но опыт показывает, что желательны обе системы наблюдения. Многие лесники предпочитают использовать небольшие дирижабли вместо самолетов, благодаря их способности летать очень низко, при желании приземляться на любой небольшой поляне,

высаживать пассажиров по веревочной лестнице, зависая над выбранным местом, и перевозить относительно большие грузы людей и припасов.

Таковы некоторые из ценных применений в мирное время, которые уже были найдены для летательных аппаратов, производство которых было связано главным образом с окончанием войны, и для множества пилотов, прошедших подготовку во время того же конфликта. Несомненно, в ближайшем будущем нас ожидают гораздо более интересные события.

Остается упомянуть об одном важном практическом аспекте воздухоплавания, и это вопрос безопасности. На заре своего существования пароход и паровая железная дорога были рискованными изобретениями. Записано, что когда-то пароходы не ходили по Темзе из-за их опасности. Несомненно, традиция частых взрывов котлов сохранялась в сознании людей еще долго после того, как она перестала быть существенным фактом. Аэронавигация — и особенно авиация — в настоящее время вышла за рамки стадии первопроходцев, но она по-прежнему пользуется сомнительной репутацией, которую приобрела в период своего зарождения. Воздушные путешествия в стандартных условиях больше не являются небезопасными. Есть веские причины считать это уже более безопасным занятием, чем вождение автомобиля. Согласно отчету Британского министерства гражданской авиации, за шесть месяцев с 1 мая по 31 октября 1919 года в Великобритании было выполнено 21 000 коммерческих рейсов и перевезено 52 000 пассажиров. Общий пройденный пробег составил 303 000 километров. За этот период не погиб ни один пассажир, и только десять получили ранения. Среди пилотов было два погибших и шесть пилотов получили ранения.

Коммандер Рид, совершивший первый трансатлантический перелет, пишет по этому поводу:

“Есть несколько пилотов, с которыми я бы отказался рисковать своей жизнью. Но, учитывая современную машину, которой уделяется должное внимание, и умелого, но консервативного пилота, это такое же безопасное средство быстрого передвижения, как автомобиль, движущийся менее чем в два раза медленнее. В настоящее время на самолетах стандартного типа редко случаются аварии по вине материала; все они происходят из-за неопытности или склонности пилота к замедлению роста — пилота, который “рискует”.

Аэронавтика в настоящее время - это больше, чем искусство. Это быстро развивающаяся отрасль прикладной науки. Авиационная инженерия стала одной из признанных профессий. Некоторые из ведущих государственных лабораторий мира, включая Национальную физическую лабораторию в Великобритании и Бюро стандартов Соединенных Штатов, уделяют свое внимание авиационным исследованиям. Существует также множество неофициальных “аэродинамических” лабораторий для изучения с помощью аэродинамических труб и другого оборудования многих проблем, относящихся к физике полета и принципам проектирования самолетов.

Вопросы авиации начали занимать заметное место в юриспруденции. Законодатели, как кто-то сказал, заняты созданием вертикальных законов в дополнение к старомодным горизонтальным. В международном праве, в частности, воздушная навигация породила острые проблемы, и это уже является предметом тщательно разработанных международных соглашений.

Физиологические эффекты полета и высоты открыли новую главу в медицинской науке. Морская болезнь была главной проблемой судового врача; окажется ли “воздушная болезнь” столь же загадочной? Каковы терапевтические возможности полетов? Будут ли врачи советовать своим пациентам стремиться к “смене воздуха” вертикально, а не горизонтально?

Атмосфера, некогда монополизированная птицами, стала обителью человека. Это одна из веских причин, по которой каждый должен овладеть знаниями метеорологии — науки о воздухе.

ГЛАВА IV

ПЫЛЬ И ДЫМ В АТМОСФЕРЕ

Когда моралист напоминает нам, что мы дети праха и обречены на пыльный конец, есть доля утешения в открытии, что современная наука рассматривает пыль как одну из самых важных вещей во всем хозяйстве природы. Пыль больше не кажется уместным символом незначительности и смирения, когда просматриваешь большую часть серьезной литературы, написанной о ней, оцениваешь уровень людей, посвятивших изучению этого явления большую часть своей жизни, или изучаешь огромное количество хитроумной аппаратуры, разработанной для его изучения.

Пыль, о которой мы будем говорить в настоящей главе, включает в себя все мелкие частицы твердого вещества, встречающиеся где угодно и когда угодно в атмосфере Земли. Определенные виды пыли, конечно, имеют свои особые названия. Сажа, видимая часть дыма, представляет собой разновидность пыли, которая играет очень заметную роль в жизни человека; отсюда отдельное упоминание о дыме в заголовке этой главы.

Хотя существует множество факторов, которые помогают наполнять атмосферу пылью, самым важным из них является ветер. Давайте посмотрим, что происходит, например, когда ветер дует над поверхностью пыльной дороги. Если бы воздух тек ровным горизонтальным потоком по такой поверхности, его трение тянуло бы пыль по земле, но не поднимало бы ее. Такой дрейф поверхности из-за горизонтальной составляющей движения ветра, конечно, имеет место, и его последствия отчетливо видны в подвижных дюнах, которые часто образуются на широкой поверхности песка или снега. Однако все ветры вблизи поверхности земли полны волн и вихрей, и во многих случаях, например, над участком сильно нагретой почвы, возникают сильные восходящие потоки, иногда поднимающиеся в атмосфере на большую высоту. Все виды пыли тяжелее воздуха и, вопреки распространенному мнению, никогда по-настоящему не “плавают” в атмосфере. Пыль может попадать в атмосферу на больших уровнях в результате распада метеоритов или может быть выброшена вулканами, но пыль, поднимаемая с поверхности земли, поднимается только потому, что вместе с ней поднимается воздух; а в неподвижном воздухе вся пыль более или менее быстро опускается к земле. Скорость ее падения зависит от ее удельного веса, а также от размера и формы частиц пыли. При прочих равных условиях мельчайшие частицы падают медленнее всего. Чрезвычайно мелкой пыли, даже без поддерживающего ее восходящего движения воздуха, требуются месяцы или даже годы, чтобы опуститься на землю с более высоких уровней атмосферы.

Восходящих движений воздуха достаточно, чтобы поднимать в воздух миллионы тонн пыли каждый год, а горизонтальные воздушные потоки разносят ту же пыль по всей земле. Перенос почвы ветром приводит к некоторым результатам, представляющим значительный интерес, как с практической, так и с научной точки зрения. Во-первых, этот процесс вызывает далеко идущие изменения в топографии. Так, в Китае обширные территории на глубину сотен или даже тысяч футов покрыты мелкой желтоватой землей, называемой

“лессом”, которая, как полагают, была занесена туда ветрами из пустынь Центральной Азии. Менее обширные залежи этого переносимого ветром материала обнаружены во многих других частях света, включая долину Миссисипи. Еще одним эффектом переноса ветра является перемешивание почв. Между различными регионами происходит постоянный обмен почвенным материалом, так что состав почвы на конкретной ферме, например, сейчас не такой, каким он был несколько лет назад или каким будет через несколько лет. Наконец, присутствие пыли в атмосфере, будь то из почвы или иным образом, оказывает различное интересное и важное воздействие на тепло и свет, которые мы получаем от солнца, и во многих отношениях изменяет условия жизни человека на нашей планете.

Несколько случаев, когда огромные количества твердого вещества переносились ветром на большие расстояния, стали предметом тщательных исследований со стороны метеорологов. Таким образом, в течение трех дней, 8-10 марта 1901 года, в пустынях южного Алжира происходили сильные пыльные бури, и последствия этих бурь были тщательно изучены Хеллманном и Мейнардусом. Широко распространенный циклонический шторм, находившийся в то время в центре Туниса, поднял пыль, которая была отнесена ветрами на север на больших высотах. Отложения от этого пылевого облака образовались на территории, простирающейся на расстояние до 2500 миль от места происхождения. Отчеты, собранные сотнями наблюдателей, показали, что над европейским континентом выпало 1800 000 тонн пыли, причем одна треть из них упала к северу от Альп. Считается, что еще столько же выпало в Средиземное море, в то время как на самом африканском побережье отложения, как предполагается, составили 150 000 000 тонн. В марте 1918 года ливень из пыли обесцветил падающий снег в различных местах Соединенных Штатов на площади не менее 100 000 квадратных миль, простиравшийся в направлении восток-запад от Дубьюка, штат Айова, до Челси, штат Вирджиния. Отчеты об этом ливне были собраны господами Э. Р. Миллером и А. Н. Уинчеллом, которые подсчитали, что количество пыли не могло быть меньше миллиона тонн, а могло быть и несколько сотен миллионов. Считается, что пыль была поднята ветром из засушливых районов крайнего юго-запада Соединенных Штатов и перенеслась на тысячу миль или больше.

У западного побережья Африки, между Канарскими островами и островами Зеленого Мыса, суда часто сталкиваются с дымкой, вызванной пылью, поднимаемой из пустыни Сахара, особенно в первые четыре месяца года. Эта дымка, вероятно, породила древнюю легенду о море Тьмы — *Mare Tenebrosum* — одном из таинственных ужасов океана, о котором рассказывали мореплаватели, впервые отправившиеся в Плавание к Новому Свету.

Обширные отложения атмосферной пыли привлекали внимание с самых ранних времен. Эренберг в 1849 году собрал записи о 349 таких случаях и опубликовал карту, показывающую их распространение, которая охватывает большую часть мира. Атмосферная пыль всегда наносится дождем в большем или меньшем количестве. Когда он состоит из мелкого порошкообразного песка, дождь иногда приобретает коричневатый или красноватый оттенок, окрашивая предметы, на которые он падает, и образуя “кровавый ливень”, который с глубокой древности считался чудом. Гомер описывает такой ливень, и римские историки зафиксировали множество подобных случаев. Италию, из-за ее близости к африканскому побережью, часто посещают эти ливни, которые до сих пор вселяют суеверный ужас в сердца крестьян.

Миллионы метеоров, которые ежедневно попадают в атмосферу Земли, вносят свой вклад в количество пыли, хотя общее количество невелико по сравнению с количеством материала, поднимаемого с земли. Мелкие железистые частицы часто можно увидеть на заснеженных вершинах высоких гор и полярных ледяных полях, и как их внешний вид, так и состав указывают на то, что они образовались от метеоров.

Лесные пожары, горящие торфяные залежи и другие крупномасштабные пожары выбрасывают в атмосферу большое количество пыли. Пепел от великого Чикагского пожара распространился по большей части земного шара. Говорят, что он достиг Азорских островов примерно через сорок дней после начала катастрофы. В Европе некогда распространенная практика сжигания вересковых пустошей для подготовки их к возделыванию привела к образованию огромного количества дыма, который разносился ветром на сотни и даже тысячи миль. Оплотом этого старого обычая, который до сих пор в некоторой степени сохранился, была Восточная Фрисландия, на северо—западе Германии, и характерный туман, который он порождал, известный как “торфяной дым” (нем. *Moorrauch*), иногда наблюдался даже в Испании, Италии и Греции.

Знаменитые “темные дни”, которые фигурируют как в древней, так и в современной истории, хотя в некоторых случаях, вероятно, были вызваны солнечными затмениями, обычно были результатом аномального скопления дыма или пыли в воздухе; иногда они возникали в результате извержений вулканов, но чаще всего из-за горящих лесов, вересковых пустошей или прерий. Лесные пожары являются основной причиной темных дней в Соединенных Штатах. Вероятно, самым знаменитым из таких дней было 19 мая 1780 года, когда из-за крупных лесных пожаров вдоль озера Шамплейн и вплоть до окрестностей Тикондероги, в Новой Англии воцарилась темнота, подобная ночной. Все дела, кроме самых необходимых, были приостановлены, школы распущены, и большая часть населения стекалась в церковь, чтобы подготовиться к концу света, который, как считалось, был близок. Великий пожар в Айдахо в августе 1910 года вызвал темные дни на большей территории, чем в любом другом зарегистрированном случае в этой стране. В дневное время требовалось искусственное освещение на широкой полосе, простирающейся от Айдахо до северного Вермонта, но дым наблюдался далеко за пределами этого района. Британское судно *Dunfermline* сообщило, что в Тихом океане, в 500 милях к западу от Сан-Франциско, был замечен запах дыма и дымка преобладала в течение десяти дней. Когда дым в воздухе образует довольно тонкий слой, сквозь который слабо проникает солнечный свет, мы иногда получаем эффект, подобный золотому сиянию заката, когда пейзаж приобретает желтый или медный оттенок. Такова была причина “желтого дня”, который до сих пор помнят в Новой Англии, — 6 сентября 1881 года, — который приписывают сжиганию огромных торфяных болот на лабладорских пустошах.

Другой случайной причиной запыленности атмосферы является извержение вулканов, особенно взрывного характера, которые поднимают мелкую пыль на высоту, на которой она не может быть вымыта из атмосферы дождем. Замечательный сухой туман 1783 года — самый известный в истории, — который на три или четыре месяца покрыл большую часть Европы и Северной Америки, несомненно, был вызван сильными извержениями того года в Исландии и Японии. Его связь с извержением вулкана в Исландии предполагалась даже современными авторами. Извержение вулкана Кракатау в Ост-Индии в 1883 году подняло пылевую завесу над большей частью земного шара. В течение двух или трех лет его присутствие в воздухе было причиной поразительных оптических явлений, включая великолепные отблески заката. В этой истории рассказывается об американской пожарной команде, которая, обманутая одним из этих ослепительных закатов, отправилась тушить то, что было ошибочно принято за большой пожар в соседней деревне. Крупная разновидность короны вокруг солнца, известная как “кольцо епископа”, потому что ее впервые заметил преподобный Серено, епископ Гонолулу, появилась вскоре после извержения и достигла своей максимальной интенсивности в следующем году. Это произошло из-за дифракции света чрезвычайно мелкой пылью от вулкана, и такое же явление наблюдалось после других крупных взрывных извержений; например, на Мон-Пеле в 1902 году. Некоторые авторитетные источники полагают, что мельчайшие частицы пыли от извержения Кракатау

были подняты на высоту более пятидесяти миль над землей и оставались взвешенными на очень высоких уровнях в течение нескольких лет, образуя странные “серебристые облака”, которые можно наблюдать летними ночами с 1885 года. Эти облака отливали серебристым блеском, приписываемым отраженному солнечному свету.

Считается, что стойкая завеса вулканической пыли в верхних слоях воздуха оказывает заметное влияние на земные температуры, и длительные периоды интенсивного вулканизма рассматриваются как причина или одна из причин повторяющихся ледниковых периодов, о которых свидетельствует геология. Это объяснение ледниковых периодов было выдвинуто П. и Ф. Сарасин в 1901 году и впервые поставлено на научную основу доктором У. Дж. Хамфрисом в 1913 году; но идея о том, что вулканическая пыль может быть причиной холодных сезонов, была предложена Бенджамином Франклином еще в 1784 году. Размышления Франклина на этот счет были вызваны холодной зимой 1783-1784 годов, которая последовала за необычайным туманом 1783 года, о котором уже упоминалось. Хамфриз опубликовал список всех крупных вулканических вспышек, зарегистрированных с 1750 года, и показал, что каждая из них отражалась в температурах земли, а также, с тех пор как начали проводиться точные измерения солнечной радиации, в этих инструментальных записях. Таким образом, чрезвычайно холодные зимы 1783-1785 годов последовали за мощными извержениями Асамы, Япония, и Скаптар-Екюдля, Исландия, в 1783 году; знаменитый “год без лета” (1816) был продолжением гигантской вспышки Томборо на Зондских островах в 1815 году, которая, как говорят, выбросила в атмосферу тридцать шесть кубических миль твердого вещества; а определенные периоды низких температур и уменьшения солнечной активности наблюдались после извержений Мон-Пеле в 1902 году и горы Катмай на Аляске в 1915 году. 1912 год.

Влияние вулканической пылевой завесы на снижение температуры на земле объясняется главным образом тем фактом, что, хотя мелкие частицы пыли способны отражать обратно в космос короткие волны излучения, исходящие от солнца, они не препятствуют прохождению длинных волн тепла, исходящих от земли наружу. Согласно расчетам Хамфриса, такая завеса примерно в тридцать раз эффективнее блокирует солнечную радиацию, чем удерживает земную. Этот процесс прямо противоположен знакомому эффекту теплицы, когда стекло пропускает короткие волны солнечного излучения, но с трудом пропускает длинные волны земного излучения.

Небольшой контингент атмосферной пыли состоит из обычной соли (хлорида натрия), образующейся в результате испарения брызг с океана. Это вещество часто обнаруживается в дождевых осадках, а также в пробах воздуха не только вблизи морского побережья, но даже во внутренних районах континентов и на высоких горах. По словам Дюбуа, количество хлорида натрия, ежегодно оседающего на дюнах Голландии, составляет не менее 6 000 000 килограммов (более 6 600 тонн).

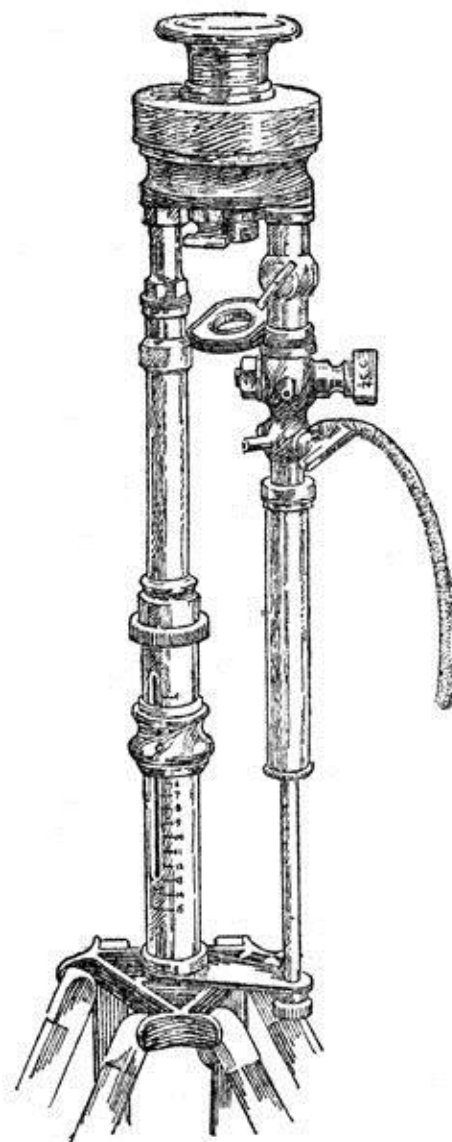
Одним из поразительных явлений засушливых регионов является пылевой вихрь; примером могут служить “дьяволы” в Индии и Южной Африке, “смерчи” в Техасе и т.д. Э. Э. Фри в своем трактате “О перемещении почвенного материала ветром” (Почвенное бюро США, Бюллетень 68) говорит об этих вихрях:

“Их можно видеть почти каждый жаркий день, иногда они быстро бегут по поверхности; иногда остаются почти, если не совсем, неподвижными, но никогда не теряют своего быстрого вращения. Обычно они длятся всего несколько минут, но иногда сохраняются гораздо дольше. Один из них, наблюдаемый Пикте, длился более пяти часов. Они самые крупные и дольше всего сохраняются на плоских голых равнинах пустыни и обычно наблюдаются в безветрие или когда дует лишь легкий ветерок, хотя их появление в ветреную погоду не является чем-то необычным. Эти завихрения были замечены многими

путешественниками в пустынных и степных регионах, и за ними внимательно наблюдали Баддели в Индии и Пикте в Египте. Они часто встречаются в Китае и в пампасах Южной Америки и иногда встречаются в сухой сезон даже во влажных регионах. Одним из наиболее интересных явлений, связанных с пылевыми вихрями, является возникновение систем из нескольких вихрей, каждый из которых быстро вращается вокруг своего собственного центра, а также движется вокруг общего центра по более или менее совершенной окружности диаметром в несколько стержней ”.

Маленькие завихрения, которые часто можно увидеть на пыльных дорогах, представляют собой миниатюрную разновидность того же явления.

Один очень важный класс пылевых частиц в атмосфере состоит из органических веществ, живых или мертвых, включая пыльцу растений и бесчисленные мириады микроорганизмов, а также множество других продуктов животного и растительного царств. Обилие пыльцы в воздухе является причиной случайного выпадения желтого дождя, который описывается как “серный дождь”, “золотой дождь” и т.д. Быстрота, с которой кусок черствого хлеба плесневеет во влажной атмосфере, является одним из многих доказательств вездесущности в атмосфере микроскопических спор грибов, готовых с поразительной быстротой размножать свой вид, как только они попадают на подходящую питательную среду. И последнее, но не менее важное: бактерии, самые миниатюрные из всех известных организмов — настолько маленькие, что тысячи или миллионы из них, собравшись вместе, образовали бы массу размером не больше булавочной головки, — кишат в воздухе, как и в воде, почве и телах животных. К счастью, хотя определенные виды бактерий несут с собой болезни и смерть, подавляющее большинство из них безвредны для человечества.



ПЫЛЕСБОРНИК АЙТКЕН

Используется очень много различных методов для определения общего количества твердых веществ, присутствующих в данном объеме воздуха, подсчета количества частиц или сбора образцов для микроскопического исследования. Таким образом, известный объем воздуха может быть пропущен через фильтр из ваты или пропущен через дистиллированную воду, и пыль, задержанная ватой или осажденная в воде, может быть взвешена. В некоторых типах аппаратов воздух всасывается или нагнетается на пластину или трубку, покрытую глицерином, маслом, лаком, желатином или другой клеей, к которой остается прикрепленная пыль. Работа некоторых устройств зависит от того факта, что при охлаждении объема замкнутого воздуха за счет расширения в конечном итоге достигается точка, при которой присутствующий водяной пар конденсируется с образованием тумана, каждая капля которого, как предполагается, содержит одну частицу пыли в качестве “ядра”. Именно этот принцип заложен в хорошо известном счетчике пыли Aitken, который так широко используется в разных частях мира и предоставил большую часть впечатляющих статистических данных о запыленности воздуха, содержащихся в учебниках и справочниках. Таким образом, из показаний, полученных этим прибором, следует, что кубический дюйм городского воздуха содержит 50

000 000 частиц пыли; что в комнате под потолком было обнаружено содержание 88 000 000 частиц на кубический дюйм; и что курильщик выбрасывает в воздух 4 000 000 000 частиц при каждой затяжке. Современные специалисты склонны рассматривать эти цифры как вводящие в заблуждение по той причине, что ядра, подсчитанные с помощью прибора Эйткена, вероятно, настолько бесконечно малы по размеру, что вряд ли заслуживают названия пыли; действительно, есть веские основания полагать, что бесконечно большая их часть на самом деле может быть молекулами газов.

Воздействие пыли, как неорганической, так и органической, на здоровье человечества будет рассмотрено в другой главе. Определенные виды пыли имеют важное экономическое значение из-за их легковоспламеняющихся и взрывоопасных свойств при смешивании с воздухом в правильных пропорциях. Таким образом, зерновая пыль, образующаяся при обработке зерна и переработке его в пищевые продукты, иногда приводит к серьезным несчастным случаям. Они возникают на зерновых, мукомольных и комбикормовых заводах, элеваторах, заводах по производству крахмала и глюкозы, а также на фермах в связи с использованием молотильных машин. В течение десяти лет, с 1906 по 1916 год, взрывы зерновой пыли привели к гибели восьмидесяти человек и уничтожению имущества на сумму в 2 000 000 долларов в Соединенных Штатах. Министерство сельского хозяйства Соединенных Штатов провело исследование по этому вопросу, и были опубликованы различные рекомендации с целью предотвращения возникновения искр по соседству с этой опасной пылью. Угольная пыль в шахтах также вызывает многочисленные взрывы. Профилактические меры включают смачивание пыли, увлажнение воздуха и посыпку стен, крыши и пола шахты невзрывоопасной каменной пылью, которая подавляет зарождающийся пожар или взрыв.

Последний вид пыли, который мы должны рассмотреть в этой главе, представляет собой буквальное пятно на цивилизации, поскольку им испорчены самые благородные города и памятники человечества. Вред, наносимый этим видом пыли, также не является полностью эстетическим, поскольку он чрезвычайно вреден для здоровья и чрезвычайно дорог. После того, как на протяжении поколений цивилизованное человечество терпело угольный дым как неизбежное зло, оно теперь приступило к энергичной кампании по его ликвидации, и во многих частях мира уже достигнуты весьма обнадеживающие результаты. Война с курением ведется многочисленными обществами в Европе и Америке; по этому вопросу было принято множество законов и постановлений (не все из них эффективные); по этому поводу проводились международные конференции и выставки; а литература по этому вопросу стала настолько обширной, что частичная библиография по этому вопросу, опубликованная несколько лет назад Институтом Меллона в Питтсбурге, занимает 164 страницы.

Копчение дымоходов обходится дорого, во-первых, потому, что это происходит из-за несовершенного сгорания и потери части теплотворной способности топлива, и, во-вторых, из-за ущерба, наносимого отложением сажи. Таким образом, задымленная атмосфера влечет за собой большие счета за стирку и химчистку, частую перекраску домов, повреждения металлических изделий, порчу товаров в магазинах и чрезмерное искусственное освещение в дневное время. По всей территории Соединенных Штатов говорят, что дым ежегодно приводит к потерям и ущербу в размере пятисот миллионов долларов. Только в Питтсбурге — до реформы, проведенной энергичными законодательными и научными мерами после исчерпывающего расследования, проведенного Институтом промышленных исследований Меллона, — стоимость вредного дыма оценивалась почти в десять миллионов долларов в год. Средства смягчения этого зла включают внедрение усовершенствованных устройств для сжигания мягкого угля и использование других видов топлива. Электрификация железнодорожных линий, ведущих в города, является важной мерой облегчения.

Подсчитано, что более трети дыма, обнаруживаемого в некоторых американских городах, исходит от локомотивов.

Систематические измерения количества твердых веществ, вносимых дымом в атмосферу, проводились в различных местах в нашей стране и за рубежом и дают поразительные цифры. Измерения "выпадения сажи" в Питтсбурге до того, как зло там было устранено, показали, что среднегодовой объем отложений составлял 1031 тонну на квадратную милю. Средний показатель по Лондону составляет 248 тонн на квадратную милю по всему городу и 426 тонн в центральных районах. В центре Глазго ежегодный объем выпадения сажи составляет 820 тонн на квадратную милю.

В Великобритании измерения и анализы сажи и изучение ее воздействия в широких масштабах проводились в течение ряда лет Консультативным комитетом по загрязнению атмосферы при Метеорологическом управлении. Комитет установил "датчики загрязнения" единообразного типа примерно в двадцати пяти местах в Англии и Шотландии. Сажу, попадающую в эти датчики, собирают раз в месяц, взвешивают и анализируют. Эта организация также проводит прямые измерения чистоты воздуха и накопила уникальный массив наблюдений, который может быть использован для проверки успешности усилий, предпринимаемых для уменьшения вредного воздействия дыма, помимо проведения интересных сравнений между частотой респираторных заболеваний и количеством твердых веществ в воздухе.

ГЛАВА V

ПОГОДА И МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

Тот факт, что значительная часть разговоров, в которых участвуют люди, начинается с замечаний о погоде, часто отмечался, но, возможно, никогда не объяснялся полностью. Метеорологи иногда приводят этот факт в качестве доказательства того, что погода является предметом первостепенной важности. Однако это рассуждение не выдерживает критического анализа. Это подразумевает, что люди говорят о погоде, потому что погода занимает главное место в их мыслях. Как часто бывает такое? Браун, встречаясь с Джонсом, замечает, что сегодня прекрасный день. Должны ли мы заключить, что Браун размышлял о приятном состоянии атмосферы, прежде чем удостоил себя этого не совсем нового наблюдения? Вряд ли. Есть примерно один шанс из тысячи, что погода вообще была у него на уме.

Вполне правдоподобно, что люди так много говорят о погоде, потому что в более ранний период истории человечества эта тема *имела* первостепенное значение. Возможно, это обычай, унаследованный от наших далеких предков, почти все занятия которых проводились на свежем воздухе и которые пользовались лишь ненадежным убежищем от непогоды в своих грубых жилищах. В Индии с приближением периода муссонных дождей беспокойство о своевременном приходе и обилии этих ливней затмевает все остальные мысли в голове крестьянина, потому что сильная засуха в это время года означает массовый голод. Когда наши предки жили охотой, рыбной ловлей и примитивными системами выпаса скота и земледелия, они, без сомнения, в равной степени заботились об атмосферных условиях, которые непосредственно влияли на их снабжение продовольствием. В те дни комментарии о погоде ни в коем случае не были пустыми формулами. Мужчины вместе радовались, что день выдался погожий, потому что от этого обстоятельства зависел их ужин; и доисторический эквивалент “Какая отвратительная погода!”, вероятно, сопровождался значительным затягиванием поясов.

Несомненно, что в очень ранние времена люди уделяли большое внимание погоде и накопили запас мудрости по этому вопросу, который, наряду с определенной долей суеверной неразумности, дошел до нас в форме погодных пословиц. Многие из этих пословиц, несомненно, возникли еще до начала истории, поскольку они встречаются в практически одинаковой форме у широко разбросанных рас человечества. Различные популярные прогнозы погоды, известные в наши дни, упоминаются в таких древних документах, как Веды, Библия и клинописные таблички из библиотеки Ашшурбанипала.

Рассуждения о погоде занимают много места в трудах греческих философов, а официальный трактат по метеорологии, написанный Аристотелем (четвертый век до н.э.), оставался стандартной работой по этому предмету в течение двух тысяч лет. Более или менее систематические записи о погоде велись греками задолго до христианской эры, и они составили ряд альманахов в форме мраморных табличек, показывающих средние значения ветра и погоды на определенные даты в течение года. Обширная подборка погодных

указаний, найденных как в греческих, так и в римских альманахах, датируемых пятым веком до нашей эры, была составлена доктором Густавом Хеллманном.

Некоторые метеорологические приборы, используемые сегодня, имеют очень почтенную древность. Древняя статистика осадков в Индии, недавно обнародованная, показывает, что какой-то дождемер, должно быть, использовался в этой стране в четвертом веке до нашей эры. Измерения количества осадков производились в Палестине в первом веке нашей эры. Насколько известно, единственным другим метеорологическим инструментом, восходящим к классической древности, является флюгер. Башня ветров в Афинах, построенная примерно за столетие до христианской эры, первоначально имела на своей вершине флюгер в форме бронзового Тритона, держащего в руке жезл, предназначенный указывать на ту или иную из восьми символических фигур основных ветров, окружающих восьмиугольную башню, показывая таким образом, в какую сторону дул ветер в данный момент. Римский писатель Варрон оставил нам описание флюгера, который можно было прочесть в помещении с помощью циферблата на потолке.

Однако инструментальные наблюдения за погодой не стали правилом до конца XVII века, когда использование термометров, гигрометров, барометров и дождемеров началось в Италии и быстро распространилось в других странах. Происхождение каждого из этих инструментов обычно приписывают конкретному изобретателю — термометр Галилею, барометр Торричелли и т.д. — Но правда в том, что идея инструмента в каждом случае развивалась медленно, чему способствовали многие умы. Таким образом, форма термоскопа — устройства для отображения, но не для измерения расширения и сжатия воздуха при изменении температуры — была описана Филоном Византийским в третьем веке до нашей эры. Галилей снабдил такой прибор шкалой, но без фиксированных точек, превратив его таким образом в грубый термометр, но только полвека спустя великий герцог Тосканы Фердинанд II предложил заполнить термометр спиртом вместо воздуха и запечатать его, чтобы на него не влияли изменения атмосферного давления. Термометрическая шкала, используемая сейчас в англоязычных странах и носящая название Фаренгейта, по-видимому, была изобретена датским астрономом Оле Ремером, у которого Фаренгейт ее позаимствовал. Короче говоря, любой *краткий* отчет об изобретении основных метеорологических приборов неизбежно игнорирует справедливые утверждения многих изобретателей; не говоря уже о том факте, что то, что написано по этому вопросу сегодня, вероятно, будет опровергнуто завтра обнаружением какой-нибудь забытой книги или манускрипта.

Мы находимся на более безопасной почве, утверждая, что план *измерения* погоды вместо простого наблюдения за ней стал общепринятым в начале восемнадцатого века; и что примерно в середине девятнадцатого века было внедрено дальнейшее усовершенствование, заключающееся в том, чтобы метеорологические приборы отслеживали свои собственные записи, так что наблюдатель-человек был в значительной степени обойден. Саморегистрирующиеся приборы в настоящее время являются правилом в важных метеорологических обсерваториях и станциях, хотя они даже пока не регистрируют все элементы погоды, а на множестве второстепенных станций ни одна из них еще не заменила глаз наблюдателя.

Теперь давайте посмотрим, из чего складывается погода и как за этими явлениями наблюдает современный метеоролог.

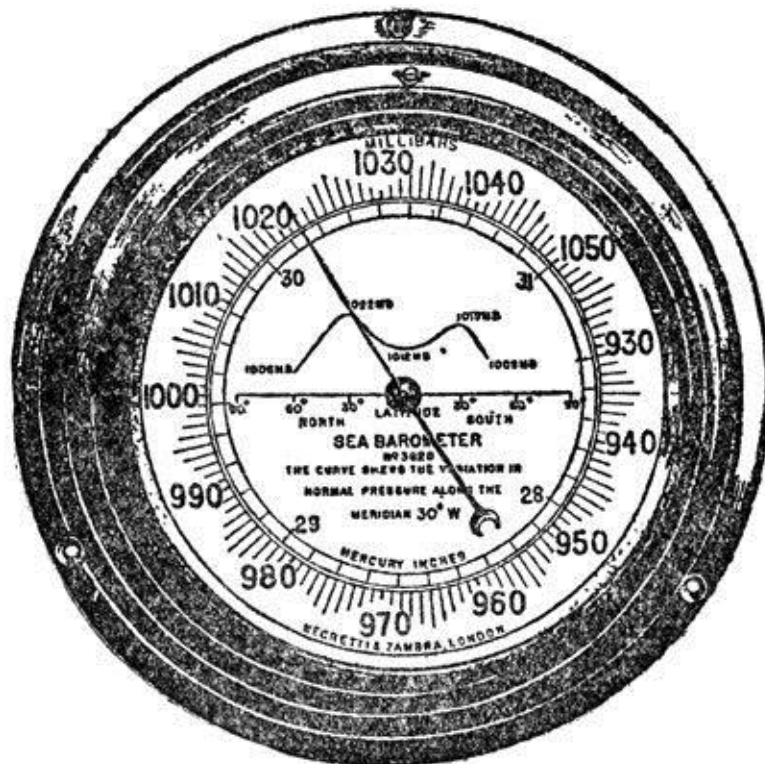
Атмосферное давление, если и не является в точности частью погоды, то настолько тесно связано с ней, что мы не можем исключить его из нашего списка погодных явлений. Атмосферное давление измеряется с помощью *барометра*, и важность этого прибора как

ключа к изменению погоды полностью осознается — и даже переоценивается — непрофессионалами, которые иногда называют его “флюгером”.



РТУТНЫЙ БАРОМЕТР (тип Fortin)

До недавнего времени все британские и американские барометры считывались в дюймах, а все остальные - в миллиметрах. Поскольку атмосферное давление - это сила, практика измерения его в единицах длины скорее похожа на измерение времени в бушелях или картофеля в часах. Это несоответствие является серьезным с научной точки зрения, поскольку оно отделяет барометрические измерения от других физических измерений, в которых давление измеряется в единицах, которые не имеют ничего общего с длиной, а именно в динах на квадратный сантиметр. Соответственно, некоторые ведущие метеорологические службы мира недавно приняли новую единицу измерения атмосферного давления, известную как *бар*, которая эквивалентна 1 000 000 динам на квадратный сантиметр. Он подразделяется в соответствии с обычной метрической системой счисления, и его наиболее часто используемым подразделением является *миллибар*, что эквивалентно 0,03 дюйма по старомодной шкале барометра в стандартных условиях.



БАРОМЕТР-АНЕРОИД С ГРАДУИРОВКОЙ В МИЛЛИБАРАХ И ДЮЙМАХ

Для удобства моряков показана кривая, указывающая на *среднегодовое* давление в разных широтах вдоль меридиана 30 ° западной долготы (любезно предоставлено Британским метеорологическим управлением).

Ртутный барометр настолько хрупок и громоздок, что для многих практических целей его заменяют более удобным, хотя и менее точным *анероидным барометром*. Самозаписывающийся барометр (обычно анероид) называется *барографом*. В своей обычной форме этот прибор снабжен ручкой, которая ведет непрерывную запись барометрического давления на полоске бумаги, намотанной на цилиндр, вращаемый часовым механизмом. Как правило, прибор работает в течение недели, прежде чем приходится менять бумагу. Барограф — очень поучительный инструмент, потому что он показывает не только давление, но и *изменения* давления, то есть, насколько быстро поднимается или опускается стрелка барометра, или, как говорят метеорологи, “барометрическую тенденцию”. О том, как барометрические изменения связаны с погодой, будет рассказано в более поздней части этой книги.

Ртутный барометр состоит из стеклянной трубки, герметичной на верхнем конце и имеющей на нижнем конце “резервуар”, открытый для доступа воздуха. Трубка заполняется ртутью с открытого конца, а затем переворачивается над резервуаром, и ртуть опускается до тех пор, пока вес порции, находящейся выше уровня ртути в резервуаре, не уравнивает давление воздуха на площади, равной поперечному сечению трубки. Высота ртутного столба измеряется по градуированной шкале, прикрепленной к пробирке. К показаниям применяются определенные поправки, чтобы исключить колебания, вызванные температурой и т.д., и, если их нужно ввести на карте погоды, показания уменьшаются до значения уровня моря. В анероидном барометре тонкостенный металлический ящик, из которого выходит воздух, меняет форму в ответ на изменения атмосферного давления. Движения коробки передаются рычагами на указатель, перемещающийся по циферблату (или на записывающее перо в барографе).

Поскольку атмосферное давление уменьшается с увеличением высоты с довольно определенной скоростью, для измерения высоты используется барометр. Иногда для этой цели его измеряют непосредственно в футах или метрах, и тогда он называется *высотомером*.

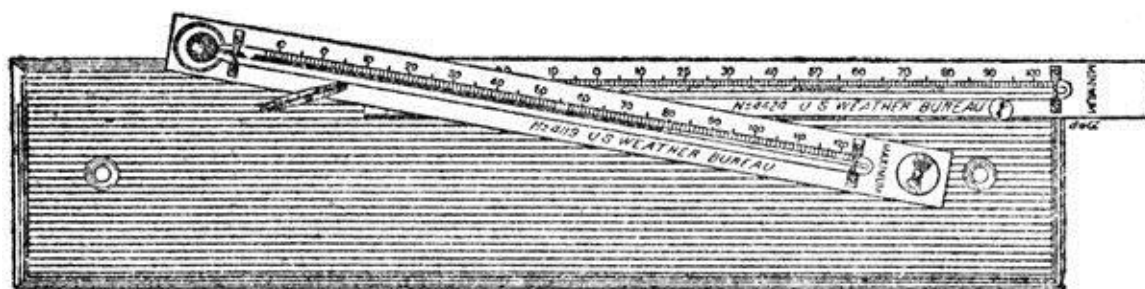
Среди метеорологических элементов, которые безошибочно относятся к погоде, наиболее важным является *температура* воздуха. Термометр, с помощью которого измеряется температура, по своей обычной форме и основным характеристикам слишком знаком, чтобы требовать описания здесь; но мы можем отметить, что, как и в случае с барометром, было использовано несколько методов градуировки этого прибора. Помимо многочисленных устаревших систем, существуют три различные термометрические шкалы — по Фаренгейту, по Цельсию и по абсолютной шкале. Первый по-прежнему преобладает в англоязычных странах, а второй - во всех остальных странах. Абсолютная шкала, давно знакомая физикам, в последнее время получила несколько ограниченное применение в метеорологии. Все начинается с “абсолютного нуля” — температуры тела, полностью лишенного тепла. Эта температура была почти достигнута в лабораторных экспериментах с жидким гелием. Одно из преимуществ абсолютной шкалы перед другими заключается в том, что она не имеет показаний ниже нуля. Такие показания являются источником случайных ошибок при измерении температуры по шкале Фаренгейта или Цельсия.

Температура замерзания воды составляет 32° по Фаренгейту = 0° по Цельсию = 273° по абсолютной шкале. Температура кипения воды на уровне моря составляет 212° по Фаренгейту = 100° по Цельсию = 373° по абсолютной шкале.

Хотя непрофессионал хорошо знаком с термометром, он иногда не понимает определенных различий между научными и ненаучными методами использования этого прибора для измерения погоды. В жаркий летний день он, возможно, склонен чувствовать себя обиженным из-за того, что официальный температурный рекорд неадекватно отражает состояние его чувств, не говоря уже о том, что он расходится с впечатляющим прибором, выставленным в аптеке на углу. Следовательно, уместно следующее объяснение:

Функция официального термометра заключается в том, чтобы показывать истинную температуру *воздуха*. Термометр, находящийся под прямыми солнечными лучами, регистрирует свою собственную температуру, то есть температуру стекла и ртути, и ничего больше. Термометр “в тени” — например, под деревом — ближе всего показывает истинную температуру воздуха; но он подвергается воздействию излучения окружающих объектов, и его показания будут варьироваться в зависимости от природы и местоположения этих объектов. Метеорологический термометр почти всегда устанавливается в виде решетчатого экрана или укрытия. Таким образом, он в значительной степени защищен от радиации, в то время как воздух свободно циркулирует вокруг него. Только когда термометры экспонируются в таких стандартных условиях, возможно получить сопоставимые показания температуры в разных местах, так что, например, можно составить карты, показывающие распределение этого элемента по стране. Лучшее место для установки экрана термометра - на высоте нескольких футов над дерном. Многие термометры Бюро погоды США установлены на крышах высотных зданий; не потому, что это идеальное место, а потому, что в центре большого города, где по практическим соображениям должен располагаться офис, нет ничего лучшего. Во многих небольших городах расположение станции таково, что экран термометра (или “укрытие для приборов”, как его называют в Бюро погоды) может располагаться близко к земле и в то же время обеспечивать достаточную вентиляцию и быть свободным от излучения зданий. В некоторых крупных городах Бюро имеет филиал в парке или в пригороде, где может быть обеспечена удовлетворительная экспозиция для всех инструментов.

Искусственная температура на городской улице - слишком локальная и неопределенная величина, чтобы ее можно было указывать на картах погоды, использовать синоптиками или включать в климатическую статистику. Однако в качестве уступки требованию "обывателя" фиксировать условия, преобладающие в его собственной сфере деятельности, Бюро погоды установило в нескольких городах небольшие павильоны, в которых для всеобщего обозрения выставлены работающие метеорологические приборы. Термометры в этих так называемых "киосках", которые созданы по образцу, с усовершенствованиями, погодных павильонов, установленных на европейских курортах, в жаркую погоду всегда показывают на несколько градусов больше, чем термометр на обычной станции Метеобюро в том же районе. Такие записи в лучшем случае непостоянны, и нынешние признаки указывают на то, что киоски в конечном итоге будут упразднены.



МАКСИМАЛЬНЫЙ И МИНИМАЛЬНЫЙ ТЕРМОМЕТРЫ

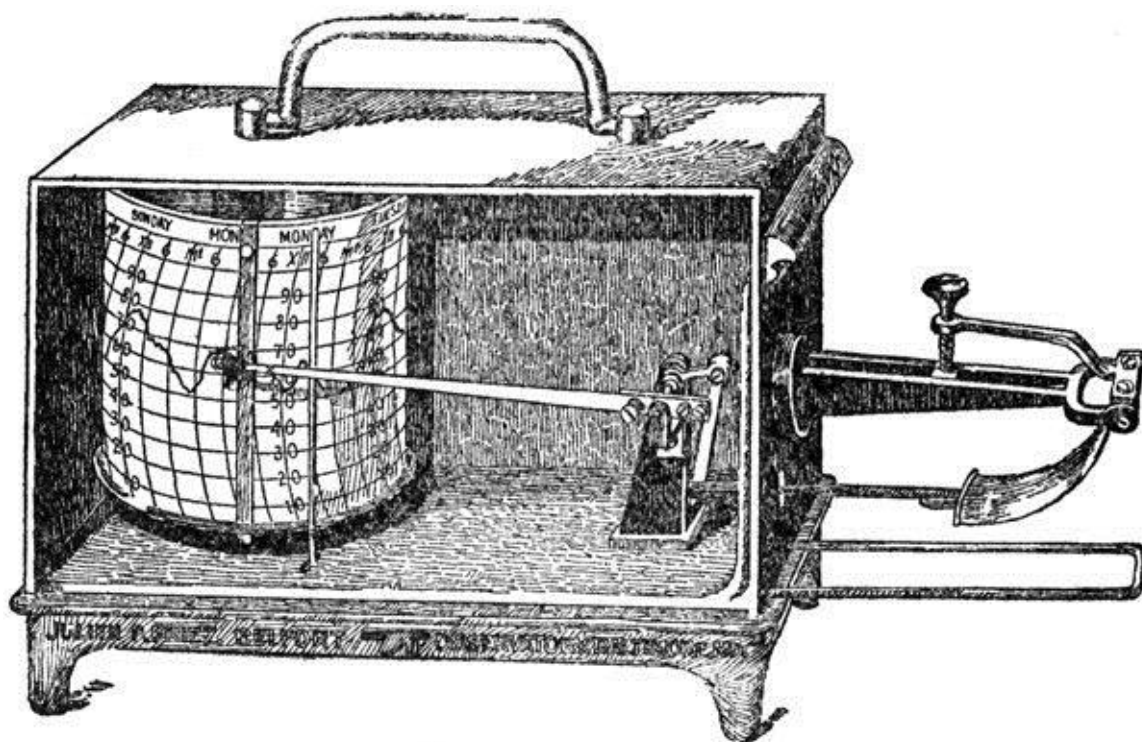
Помимо обычного термометра, существуют приборы, которые отвечают на вопросы "Насколько жарко было сегодня?" и "Насколько холодно было прошлой ночью?". Они известны, соответственно, как *максимальный* и *минимальный термометр*. Они висят на экране почти горизонтально. У первого есть сужение прямо над лампочкой, которое предотвращает отступление ртутного столба после того, как он достигнет максимального значения за день. Его можно сбросить, вращая на оси. Минимальный термометр заполнен спиртом, а не ртутью. Небольшой указатель внутри колонки перемещается к колбе поверхностью спирта по мере падения температуры. Когда температура повышается, индекс остается на прежнем уровне, отмечая достигнутую самую низкую точку. Самую высокую и самую низкую температуру за день, а также температуру в любой момент суток можно считывать с помощью *термографа*, или саморегистрирующегося термометра. В самом распространенном типе термографа изменения температуры изменяют кривизну гибкой металлической трубки, наполненной спиртом, а движения свободного конца трубки передаются рычагами на записывающее перо.

В обычный день в нашем климате воздух становится холоднее всего на рассвете. Появление солнца останавливает охлаждение атмосферы из-за потери тепла от земли, которое продолжалось всю ночь, и воздух начинает прогреваться. Пока количество поступающего тепла от солнца больше, чем количество исходящего тепла от земли, температура будет продолжать повышаться. После полудня, когда солнце находится в зените, поступление солнечного тепла уменьшается, но на какое-то время оно все еще превышает потерю тепла землей, и по этой причине температура, как правило, продолжает повышаться до середины дня, когда наступает максимальная температура дня.

Влажность - это элемент погоды, о котором чаще говорят, чем понимают. Влажность атмосферы - это состояние атмосферы относительно количества влаги, содержащейся в ней в газообразной форме, а не в жидкой. Эта газообразная влага называется *водяным паром*, и

она не воспринимается непосредственно органами чувств, как жидкая вода. Как мы уже объясняли в другом месте, способность воздуха удерживать водяной пар увеличивается с повышением температуры. Фактическое количество, присутствующее в любой момент на единицу объема, называется *абсолютной влажностью*, а отношение этого количества к максимальному количеству, которое воздух может удерживать при той же температуре, называется *относительной влажностью*. Последнее обычно выражается в процентах. Когда воздух полностью насыщен водяными парами, его относительная влажность составляет 100%.

Относительная влажность обычно сильно меняется в течение дня, обычно становясь самой низкой при самой высокой температуре, и *наоборот*. Это элемент, представляющий большой практический интерес, поскольку он является одним из основных факторов, определяющих осушающую способность воздуха, другим важным фактором является ветер. Воздух кажется сухим, когда с нашей кожи быстро испаряется, либо из-за низкой относительной влажности, резкого движения воздуха, либо из-за того и другого. Люди практически не ощущают высокой относительной влажности, за исключением случаев, когда в жаркую погоду она замедляет испарение пота, и последний скапливается на коже в жидкой форме.



ТЕРМОГРАФ

Относительная влажность не обязана своим значением для человека исключительно своим физиологическим эффектам, поскольку она играет важную роль во многих отраслях промышленности — текстильной, металлургической, химической, кожевенной, пищевой и во всех тех, где используются процессы сушки. Например, при прядении хлопка и шерсти влажность в рабочем помещении сильно влияет на вес материала, размер пряжи, а также на длину и гибкость волокон. Влажность также необходимо учитывать в таких разнообразных отраслях промышленности, как производство конфет, хлеба, взрывчатых веществ и фотопленок, сушка макарон и табака и эксплуатация доменных печей. Есть инженеры,

которые специализируются на установке систем “увлажнения” и “осушения” в мастерских, а также, в гигиенических целях, в школах и других общественных зданиях.

Абсолютная влажность, относительная влажность и *точка росы* (температура, до которой необходимо довести воздух, чтобы началась конденсация его влаги) определяются с помощью приборов, называемых *гигрометрами*. Действие гигрометра для волос зависит от того факта, что волосы, очищенные от жира, не только впитывают влагу из окружающей среды, но и удлиняются при увлажнении и сжимаются при высыхании. Прибор, который включает в себя один человеческий волос или пучок таких волос, сконструирован таким образом, что эти изменения перемещают указатель по градуированной шкале. Этот и другие типы гигрометров могут быть сконструированы таким образом, чтобы непрерывно записывать свои собственные показания, образуя *гигрограф*.

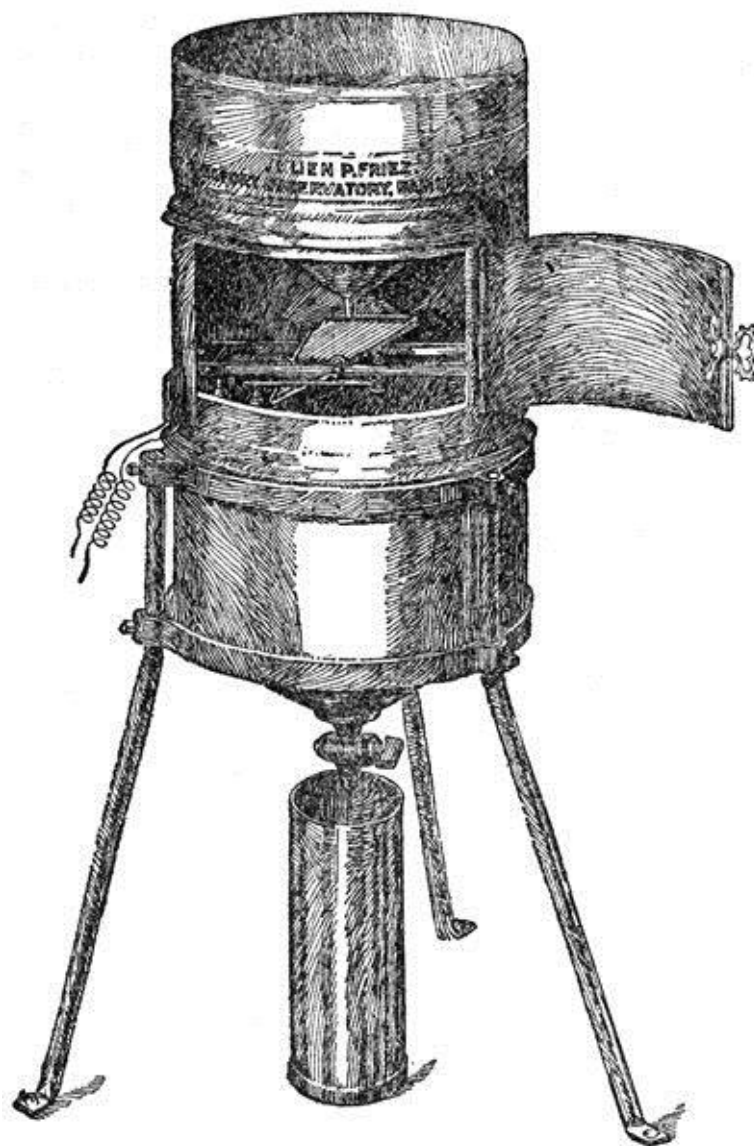
Гигрометр, который чаще всего встречается на метеорологических станциях, называется *психрометром*. Обычно он состоит из пары ртутных термометров, у одного из которых, известного как “термометр с мокрой колбой”, колба завернута в тонкий муслин. Другой, называемый “сухим термометром”, представляет собой обычный термометр. Муслин увлажняют либо непосредственно перед снятием показаний, либо постоянно с помощью фитиля. В первом случае термометр обычно поворачивают несколько раз, прежде чем снимать показания. Если воздух не насыщен, влажная колба охлаждается за счет испарения, и разница между показаниями двух приборов позволяет наблюдателю с помощью подходящих таблиц определить абсолютную и относительную влажность и точку росы. Наиболее точные результаты получены с помощью *аспирационного психрометра* фирмы Assmann, в котором воздух проходит мимо колбы термометра с помощью небольшого вентилятора, приводимого в движение часовым механизмом.

Отложения жидкой и замерзшей воды из атмосферы в их различных формах известны под общим названием “осадки”, и в совокупности они представляют собой характеристику погоды, едва ли менее важную, чем температура. Действительно, обычный ливень или снежная буря являются более навязчивым событием, чем любое другое столь же распространенное проявление погоды; в то время как избыток осадков или их длительное отсутствие, составляющие засуху, могут иметь такие же серьезные последствия, как “волна жары” или “заморозки”.

Осадки, которые обычно называют “ливнями”, измеряются гораздо шире, чем любой другой метеорологический элемент, поскольку во всем мире существует огромное количество мест, в которых это единственная особенность погоды, которая регулярно наблюдается. Только в Европе насчитывается около 19 000 “дождевых станций”. Количество осадков измеряется по глубине, а именно в дюймах или миллиметрах. Умеренный ливень продолжительностью в несколько часов принесет один-два дюйма осадков, в то время как в крайних случаях за час может выпасть несколько дюймов. Снег иногда измеряется как таковой — т. е. фактическая глубина выпадения или, чаще, количество, лежащее на земле изо дня в день, — но для того, чтобы данные о снегопаде можно было объединить с данными об осадках с целью определения общего количества осадков, количество выпавшего снега должно быть уменьшено до его “водного эквивалента” либо путем таяния снега перед измерением, либо путем оценки этого эквивалента, либо путем взвешивания снега, собранного в приемнике в известной местности, и вычисления соответствующей глубины залегания воды.

Существует много видов *датчиков дождя*. Как правило, манометр имеет воронкообразный приемник с небольшим отверстием, через которое вода поступает в нижнюю часть манометра; таким образом контролируется потеря накопленной воды при испарении. Обычно существует какое-нибудь устройство для увеличения глубины

выпадения осадков, чтобы облегчить измерение. В американских манометрах дождь стекает во внутреннюю трубу, площадь которой составляет одну десятую горизонтальной площади приемника, и таким образом его глубина увеличивается в десять раз. Измерение производится путем прижатия деревянной палочки с градуировкой ко дну тюбика и отметки высоты, на которую смочена палочка.



ДАТЧИК ДОЖДЯ С ОПРОКИДЫВАЮЩИМСЯ КОВШОМ

Из устройств для получения автоматической записи количества осадков *наклонный ковш* (или, как его называют британцы, “наклонный ковш”), вероятно, является наиболее удобным и наиболее широко используется в этой стране. Этот инструмент настолько же прост, насколько и изобретателен. “Ведро” представляет собой небольшое металлическое корыто, поворачиваемое посередине так, что его можно наклонять назад и вперед, подобно качелям. Он разделен на два отделения центральной перегородкой. Дождь, попадающий в воронкообразный приемник в верхней части датчика, стекает в то отделение ведра, которое находится самое верхнее, до тех пор, пока вес воды не заставит ведро опрокинуться, таким образом опорожняя одно отделение и подставляя другое набегающему потоку. Когда заполняется второй отсек, ковш наклоняется в противоположном направлении. Детали

датчика имеют такие размеры, что каждый край ковша соответствует 0,01 дюйма осадков. Датчик электрически соединен с регистрирующим устройством внутри помещения, так что регистрируется каждый конец ведра. В регистрационном листе указано время выпадения, а также количество осадков.

Две наиболее важные характеристики ветра, которые наблюдаются и регистрируются метеорологами, - это его направление и сила. Общеизвестно считать "направлением ветра" то направление, *от* которого он дует, а не то, в сторону чего он дует. Более того, обычно наблюдается только горизонтальное направление ветра, хотя многие ветры имеют значительный уклон вверх или вниз, и локально ветер может даже дуть прямо вверх или прямо вниз. Направление ветра можно определить несколькими импровизированными способами, например, наблюдая за клубами дыма из труб или, как это делают моряки, подставляя ветру мокрый палец. Инструментально и научно это наблюдается с помощью особого типа *флюгера*, гораздо более точного в своих показаниях, чем флюгера и флюгерные краны декоративной и символической архитектуры. Ненаучная лопасть, однажды приведенная в движение, вероятно, будет унесена слишком далеко своим собственным импульсом и может даже полностью развернуться под действием внезапного импульса. В научной лопасти эта тенденция сдерживается с помощью расправленного хвостовика; давление ветра на расходящиеся лопасти служит для удержания лопасти в правильном положении. Флюгер, как и большинство других метеорологических приборов, ведет саморегистрацию на всех важных метеорологических станциях. Тип, используемый Метеорологическим бюро, регистрирует направление ветра каждую минуту.

Сила ветра определяется с помощью *анеометра*. Однако большинство анеометров не показывают этого напрямую, а предназначены для измерения скорости или так называемой "скорости" ветра, на основе которой можно рассчитать его силу. Скорость измеряется в милях в час или метрах в секунду. При рассмотрении некоторых возможных воздействий ветра хорошо иметь в виду, что его сила увеличивается пропорционально квадрату скорости. Это означает, например, что ветер со скоростью 20 миль в час в четыре раза сильнее, а со скоростью 30 миль в час в девять раз сильнее ветра со скоростью 10 миль в час.

Одной из внешних особенностей метеостанции, неизменно привлекающей внимание прохожего, является прибор, состоящий из четырех полусферических чашек, вращающихся горизонтально на ветру. Этой научной каруселью является *анеометр Robinson cup*, который, несмотря на свои недостатки, является наиболее широко используемым прибором своего класса во всем мире. Как правило, предполагается, что чашки поворачиваются 500 раз за милю движения ветра. На самом деле соотношение между скоростью вращения чашек и скоростью ветра несколько изменчиво, и при высоких скоростях показания прибора серьезно ошибочны. Анеометр Robinson имеет циферблат, с которого можно снимать прямые показания, но на крупных станциях он электрически соединен с регистрирующим устройством в кабинете наблюдателя, которое делает отметку для каждой мили ветра и показывает, как меняется скорость ветра в течение дня.

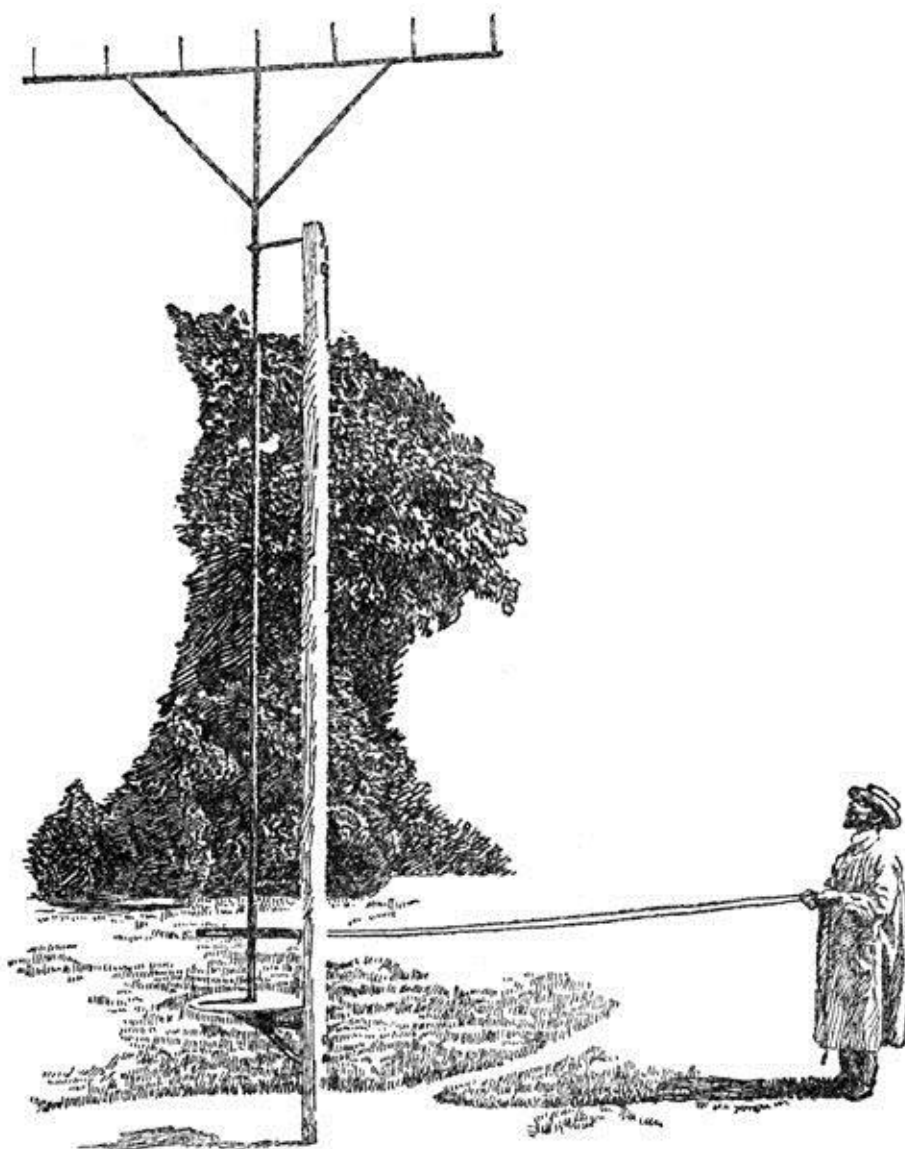
Существует много других типов анеометров, и некоторые из них рассказывают гораздо более подробную историю колебаний ветра, чем прибор Robinson. С другой стороны, тысячи метеорологов вообще обходятся без анеометров и просто оценивают силу ветра по его воздействию. Это относится почти ко всем наблюдателям на море, а в Европе - к подавляющему большинству наблюдателей на суше. Такие оценки регистрируются по шкале от нуля для штиля, обычно до десяти или двенадцати для самых сильных ветров, которые когда-либо испытывались. Используется несколько различных шкал. Наиболее известна шкала Бофорта, разработанная адмиралом сэром Ф. Бофортом в 1805 году.

Следующая таблица шкалы Бофорта, адаптированная для использования на суше, взята из “Справочника наблюдателя” Британского метеорологического управления:

Бофор количество	пояснительных названий	спецификация шкала Бофорта для использования на суше, основанные на наблюдениях, сделанных в наземных станций	эквивалентно скорости в милях в час на 33 фута
0	спокойная	спокойная; дым поднимается вертикально,	0
1	легкий поток воздуха,	направления ветра показаны на дым дрейф, а не флюгера	2
2	Легкий ветерок	ветер чувствуется лицом, листья временами слабо шелестят, обычный лопастью со скоростью	5
3	легкий ветерок	листья и мелкие веточки в постоянном движении ветер развивает легкие флаги	10
4	умеренный ветер	поднимает пыль, бумажки крупные волны	15
5	Свежий ветер	листья деревьев начинают раскачиваться; хохлатая не опрокидываются и кажутся стекловидными	21
6	сильный ветер,	большие филиалы в движении; свист слышен в телеграфных проводах, а не флюгера	27
7	сильном ветре	деревья все в движение; дискомфорт чувствуется при ходьбе против ветра	35
8	Гейл	Срывает ветки с деревьев плоды; как правило, препятствует прогрессу	42
9	сильных штормов	незначительные структурные повреждения (дымовым трубам и сланцы удалены)	50
10	девятибалльный шторм	редко наблюдались внутреннему; деревья выкорчевали; значительные структурные повреждения	59
11	буря	очень редко испытывал; сопровождается значительным ущербом	68
12	ураган		выше 75

На некоторых метеостанциях облакам уделяется больше внимания, чем на других. Обычное наблюдение состоит в том, чтобы отметить типы видимых облаков, направление или направления, с которых они движутся, и степень облачности, то есть степень, до которой небо затянуто облаками, выраженную в десятых долях, от 0 = безоблачно, до 10 = полностью затянуто. На многих наиболее важных станциях за движением облаков

наблюдают с помощью *нефоскопа*. Отражающий нефоскоп, используемый в этой стране, состоит из черного зеркала, в котором просматривается изображение движущегося облака, направление его движения считывается с градуированной круглой рамки зеркала. Существует также устройство для измерения видимой скорости облака. Исходя из этого, можно рассчитать фактическую скорость, если известна высота облака. Существуют и другие нефоскопы, такие как Бессоновский, в которых движение облака отслеживается непосредственно, а не с помощью отражения.

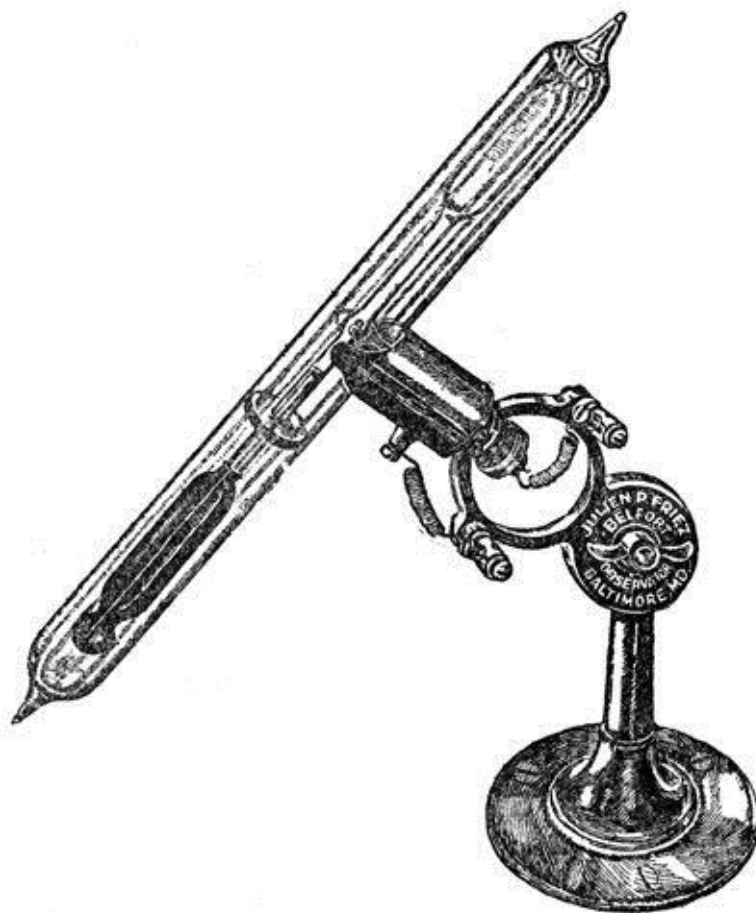


ГРЕБЕНЧАТЫЙ НЕФОСКОП БЕССОНА

О важности солнечного света среди элементов погоды и климата свидетельствует тот факт, что по крайней мере два штата Союза, Южная Дакота и Калифорния, претендуют на звание “Солнечного штата”, которое по праву не принадлежит ни одному из них. Аризона - самый солнечный штат из всех, и весь Юго-Запад более солнечный, чем Южная Дакота.

Устройства для регистрации продолжительности солнечного сияния называются *регистраторами солнечного сияния*. Один тип (Campbell-Stokes) работает по принципу горящего стекла; в других солнечные лучи оставляют запись на фотобумаге. Прибор,

используемый Метеорологическим бюро, состоит из воздушного термометра с колбами на каждом конце, одна из которых покрыта ламповой сажей. Между двумя окруженными массами воздуха находится небольшой столбик ртути. Термометр заключен в стеклянную оболочку, из которой выпускается воздух. Когда на этот прибор светит солнце, воздух в черной колбе нагревается и расширяется, а ртуть выталкивается к другой колбе до тех пор, пока не соприкоснется с парой электродов, замыкая таким образом электрическую цепь. Покапель замкнута, регистрирующее устройство, подключенное к прибору, делает ступенчатую отметку раз в минуту. Когда солнце перестает светить, ртуть опускается обратно, цепь размыкается, и записывающее перо просто проводит прямую линию.



ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ РЕГИСТРАТОР СОЛНЕЧНОГО СВЕТА

На более крупных станциях Бюро погоды Соединенных Штатов направление и скорость ветра, количество осадков и продолжительность солнечного сияния записываются на одном листе бумаги, намотанном на большой цилиндр, который вращается с помощью часового механизма. На бумаге разлинованы линии для обозначения часов и минут дня, и каждый день в полдень на цилиндр кладется свежий лист. Это сложное регистрирующее устройство, иногда называемое на книжном языке *метеорографом*, но в просторечии метеорологи называют его “тройным регистром”, имеет право на высокое место среди трудосберегающих машин; поскольку, практически не привлекая внимания, за исключением нескольких минут в полдень, оно выполняет работу штата подготовленных метеорологов, дежурящих днем и ночью.



БРИТАНСКИЙ ТИП РЕГИСТРАТОРА СОЛНЕЧНОГО СВЕТА

(Схема Кэмпбелла-Стокса)

Теперь мы перечислили элементы погоды, наиболее часто наблюдаемые на метеорологических станциях, и основные типы метеорологических приборов, обратив особое внимание на те, которые используются в Соединенных Штатах. Почти в каждой цивилизованной стране есть определенные станции, на которых ведутся регулярные наблюдения за рядом явлений, не упомянутых в предыдущих параграфах, таких как интенсивность солнечной радиации (измеряемая с помощью *пиррелиометра*), испарение (измеряемое с помощью *атмосферометров* или *эвапориметров*) и температура почвы; и быстро растет число станций, на которых с помощью воздушных змеев и воздушных шаров наблюдают за ветрами и погодой далеко в атмосфере. Метеорологи Старого Света используют великое множество типов приборов, которые редко встречаются в нашей стране, а некоторые из наших приборов мало известны за границей.

ГЛАВА VI

ОБЛАЧНАЯ СТРАНА

Одно из достоинств чайника - создавать маленькое облачко, видимое у его сопла и ошибочно называемое "паром", пример того, что происходит, когда невидимый газ, который на самом деле является паром, или водяным паром, охлаждается на свободном воздухе ниже точки росы. Это облако, однако, было отправной точкой для огромного количества промежуточных объяснений. Поколение или около того назад физики довольствовались утверждением, что водяной пар превращается в капли воды в воздухе просто из-за охлаждения. Вопрос о том, как образуются капли или почему влага вообще образует капли, похоже, их не беспокоил.

Одним из способов охлаждения воздуха или любого другого газа является расширение от давления. Часть энергии в газе, первоначально проявлявшая себя как тепло, затрачивается на работу расширения и, таким образом, перестает быть теплом. Следовательно, температура газа падает. И наоборот, если масса газа сжимается, сам процесс сжатия повышает ее температуру. Классическим примером последнего факта является тепло, выделяемое при накачке велосипедной шины. Нагрев за счет сжатия и охлаждение за счет расширения называются, соответственно, "динамическим нагревом" и "динамическим охлаждением". Описанные таким образом процессы имеют первостепенное значение в метеорологии.

Если воздух средней влажности поступает в ресивер воздушного насоса обычным способом и внезапно расширяется при частичном истощении, в ресивере образуется облако влаги. Эта влага конденсируется и становится видимой благодаря динамическому охлаждению воздуха. Однако, если после выпуска из ресивера воздух той же влажности, что и раньше, пропустить через фильтр из ваты, а затем аналогичным образом охладить за счет расширения, никакого помутнения не образуется. Очевидно, фильтр удалил из воздуха что-то важное для процесса образования конденсата.

Возможно, читателю придет в голову, что фильтр каким-то непонятным образом предотвратил попадание водяного пара в приемник. Существует несколько методов, с помощью которых мы можем установить, так ли это. Один из самых простых - впустить немного дыма в ресивер, прежде чем выпускать отфильтрованный воздух. В этом случае *действительно* образуется облако, свидетельствующее о наличии влаги, а также о том, что дым, хотя и является совершенно сухим веществом, способствует образованию капель воды.

Такие эксперименты привели к выводу, ныне общепризнанному, что, когда в атмосфере образуются капли воды, они всегда образуются вокруг "ядер" чего-то, что не является водой. Эти частицы часто называют "пылинками", но общепризнано, что значительная их часть гораздо мельче, чем пыль, которая беспокоит домохозяек. Они в значительной степени недоступны микроскопу, и некоторые из них, действительно, кажутся молекулярного размера, состоящими из молекул гигроскопичных газов, таких как оксиды серы и азота.

За последние полвека стал известен еще один важный факт о каплях воды в атмосфере. Поскольку вода намного тяжелее воздуха, метеорологи более раннего поколения были озадачены тем фактом, что капли в облаках, по-видимому, плавают, а не падают на землю. Пытаясь объяснить это предполагаемое всплывание, авторитетные ученые прошлого предположили, что капли были полыми “пузырьками”, похожими на маленькие пузырьки. Это предположение было в конечном итоге опровергнуто оптическими явлениями, проявляемыми каплями, а также другими физическими причинами. Более того, теперь известно, что облако на самом деле никогда не парит, хотя скорость, с которой составляющие его частицы падают относительно воздуха, обычно очень мала из-за сопротивления, с которым они сталкиваются. Таким образом, очень слабого восходящего потока обычно достаточно, чтобы поддерживать высоту облака или даже увеличивать ее. Скорость, с которой падает капля, увеличивается с увеличением ее размера. Следовательно, крупные капли могут быстро падать с большой высоты до самой земли, образуя дождь; но в очень многих случаях такие капли испаряются при попадании в более теплый воздух ниже уровня облаков, и, таким образом, нижняя поверхность видимого облака остается примерно на постоянной высоте.

Капли в облаках и тумане часто измерялись либо путем наблюдения за их оптическими эффектами, либо путем микроскопического исследования. Многие из них имеют диаметр от 0,0006 до 0,0008 дюйма. Можно рассчитать скорость, с которой такие капли падают в неподвижном воздухе. Капля диаметром 0,0008 дюйма падает со скоростью около половины дюйма в секунду, или 150 футов в час. Даже если бы облако, состоящее из таких капель, сохраняло свою целостность в течение часа или более во время погружения, его спуск с такой медленной скоростью вряд ли был бы замечен с земли.

Некоторые облака состоят из ледяных игл или крошечных снежинок. По-видимому, эти ледяные частицы образуются непосредственно в твердой форме, не проходя через жидкую стадию. Предполагается, что, подобно каплям, они нуждаются в ядрах для конденсации, но этот вопрос до конца не исследован. Еще один момент, требующий разъяснения, - это тот факт, что облака, образующиеся в воздухе намного ниже точки замерзания, иногда состоят из воды, а иногда и из льда. Обычные ворсистые облака в нашем зимнем небе состоят из капель воды, и такие облака также встречаются в полярных регионах. Доктор Г. К. Симпсон, работая метеорологом антарктической экспедиции Скотта, наблюдал туман, состоящий из жидкой воды при температуре 29 ° ниже нуля по Фаренгейту. Совершенно непонятно, почему в атмосфере иногда возникают такие сильно “переохлажденные” капли, в то время как в другое время, при более высоких температурах, атмосферная влага принимает форму льда.

Существует несколько способов охлаждения свободного воздуха до такой степени, при которой происходит конденсация. Наиболее распространенным является динамическое охлаждение, обусловленное подъемом массы влажного воздуха и его расширением под действием пониженного давления, которое преобладает на более высоких уровнях. Этот процесс прекрасно иллюстрируется образованием округлых масс ворсистых облаков, известных как *кучевые* облака, в теплый летний день. Каждое из этих облаков отмечает вершину столба воздуха, который поднимается после того, как был нагрет у поверхности земли. Когда процесс идет очень активно, облако может подниматься на огромную высоту, образуя грозовую тучу. Некоторые облака образуются в результате смешивания воздуха разной температуры. Туман, который представляет собой просто облако на поверхности земли, часто образуется в результате охлаждения воздуха при контакте с холодной землей или водой. Постоянные туманы на берегах Ньюфаундленда возникают из-за прохождения теплого влажного воздуха из региона Гольфстрима через холодное Лабрадорское течение. С другой стороны, холодный ветер, дующий над теплой водой, также часто создает туман,

понижая температуру влажного воздуха над водой. Распространенной причиной тумана на суше является охлаждение воздуха, прилегающего к земле, в результате ночного излучения. Чем влажнее воздух, тем легче образуется туман, и, следовательно, туманы часто образуются ночью над реками, болотами и влажными долинами.

Городские туманы, такие как знаменитый “лондонский особенный” и лионский туманы, обычно частично состоят из дыма. Густые туманы такого рода возникают, когда атмосферные условия таковы, что дым висит низко над городом, вместо того чтобы рассеиваться. Эти туманы представляют серьезную экономическую проблему. Таким образом, подсчитано, что они обходятся жителям Лондона более чем в полмиллиона долларов в год из-за дополнительного освещения, повреждения транспортных средств, потери бизнеса и т.д. Поскольку морской туман также является источником огромных потерь, вызывая задержки и несчастные случаи, и поскольку туман на воздушных трассах является величайшим из всех препятствий для успешной воздушной навигации, неудивительно, что много изобретательности было потрачено на попытки искусственно рассеять туман. Электрические разряды успешно использовались для этой цели в небольших масштабах.

Глубина тумана может составлять от нескольких дюймов до нескольких миль. Измерения, проведенные береговой охраной Соединенных Штатов во время международного ледового патрулирования Северной Атлантики, показывают, что туманы на берегах Ньюфаундленда очень часто настолько неглубоки, что над ними возвышаются верхушки мачт судов, хотя в некоторых случаях, согласно наблюдениям с помощью воздушных змеев, их толщина составляла от 2500 до 3000 футов. Наблюдения в горах побережья Калифорнии показывают, что верхний уровень тумана в этом регионе редко превышает 4000 футов. С другой стороны, авиаторы, летевшие между Лондоном и Парижем, сталкивались с туманом глубиной более 10 000 футов.

Бюро погоды Соединенных Штатов классифицирует туман как “плотный”, если он скрывает объекты на расстоянии 1000 футов; в противном случае он описывается как “легкий”. Британские метеорологи фиксируют туманы по пятиградусной шкале.

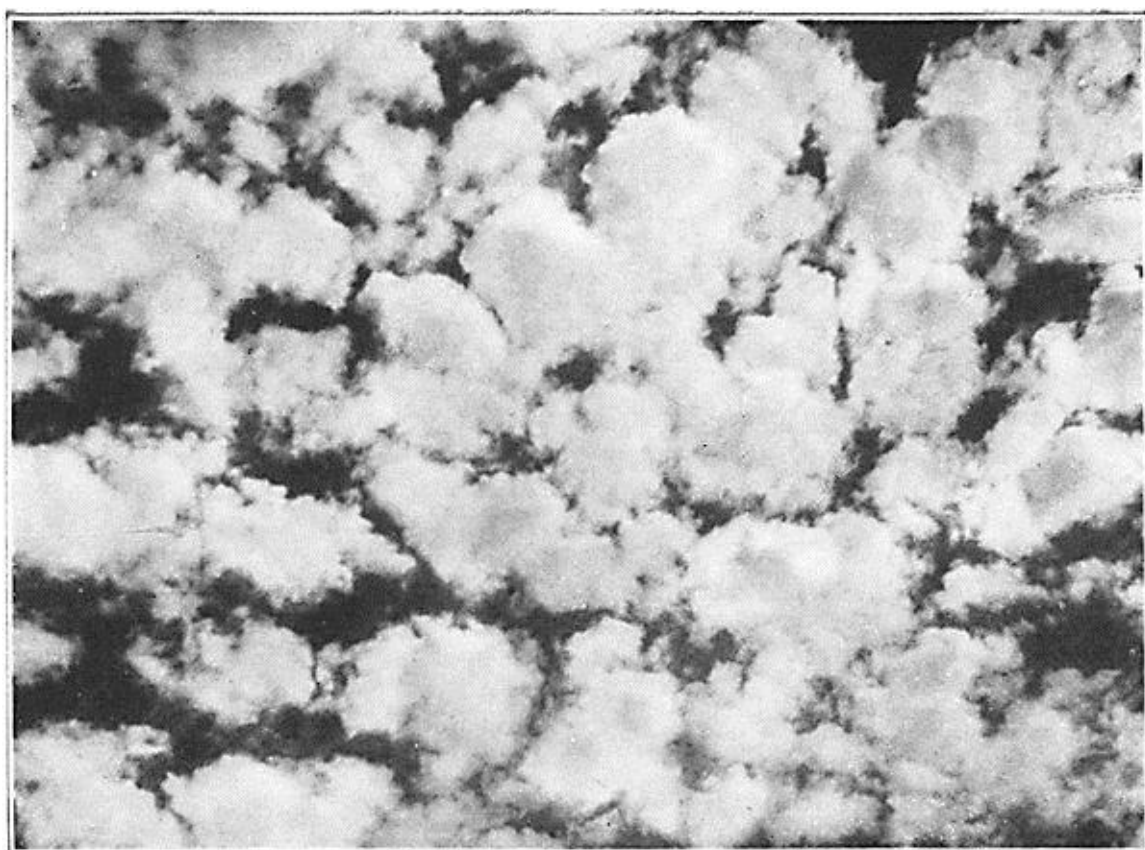
Во время ледового патрулирования *Сенеки* в 1915 году были исследованы пробы туманного воздуха с целью расчета количества воды и количества содержащихся в них капель на единицу объема, а также размера капель. Было обнаружено, что глыба плотного тумана шириной 3 фута, высотой 6 футов и длиной 100 футов содержит менее одной седьмой стакана воды, распределенной по 60 000 000 000 капель. Во время самого плотного тумана во время рейса диаметр частиц тумана составлял в среднем 0,0004 дюйма; это практически предел видимости невооруженным глазом.

Несмотря на чрезвычайно разреженное состояние воды в туманах, о чем свидетельствуют эти цифры, влага, которую они осаждают на земных объектах, достаточно велика, чтобы иметь значительное сельскохозяйственное значение в некоторых частях мира. Таким образом, вдоль побережья Перу, где количество осадков незначительно (хотя и не совсем, как часто утверждается, отсутствует), влажного тумана, известного как “гаруа”, достаточно для поддержания пышной растительности в течение нескольких месяцев в году.

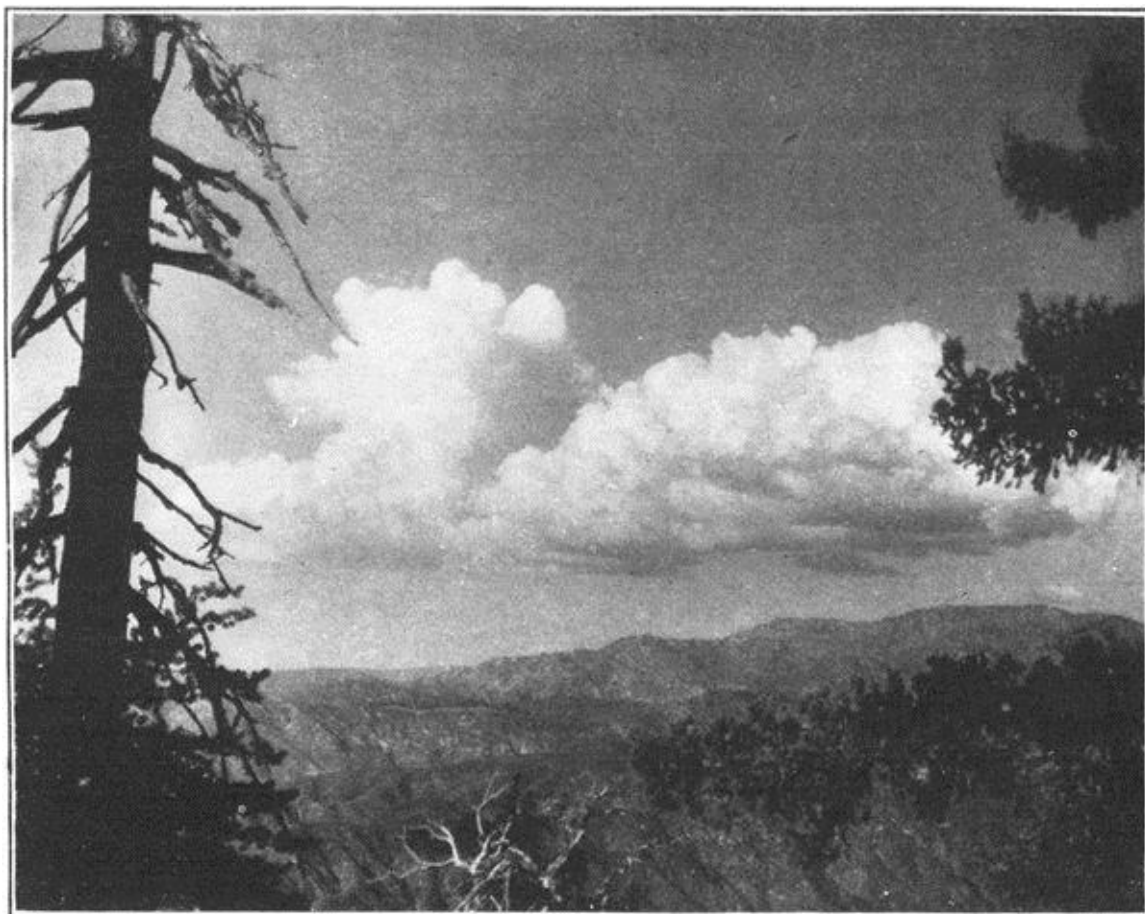
Есть замерзшие туманы, а также замерзшие облака. “Морозный дым”, поднимающийся над норвежскими фьордами и над незамерзающими участками полярных морей, обычно состоит из ледяных частиц или снежинок. Ледяной туман, который иногда образуется в горных долинах на западе Соединенных Штатов, известен как “погонип” — название, происходящее от языка шошонов. Этот туман часто появляется очень внезапно, даже в самую ясную погоду. Говорят, что мельчайшие ледяные иголки, из которых он состоит, чрезвычайно вредны для легких. Ходят рассказы о том, что от его последствий погибло

целое племя индейцев. Какой бы правдивой ни была эта история, ее очень боятся как индейцы, так и белые. Горы Невады, по-видимому, являются любимым домом погонипов.

То, что метеорологи называют "сухим туманом", представляет собой дымку из пыли или дыма, иногда очень плотную. Мы уже описывали распространенность этого мутного состояния атмосферы после извержений вулканов, выжигания лесов и вересковых пустошей, а также пыльных бурь в пустыне. Под термином "сухой туман" многие авторы подразумевают своего рода тепловую дымку, которая не обязательно связана с взвешиванием твердых или жидких веществ в воздухе, но возникает из-за смешения местных воздушных потоков различной плотности, особенно когда испарение происходит быстро с влажной земли под сильным солнечным светом. *Каллина* в Испании и *кобар* в регионе верхнего Нила, вероятно, частично связаны с этой причиной, а частично с пылью.

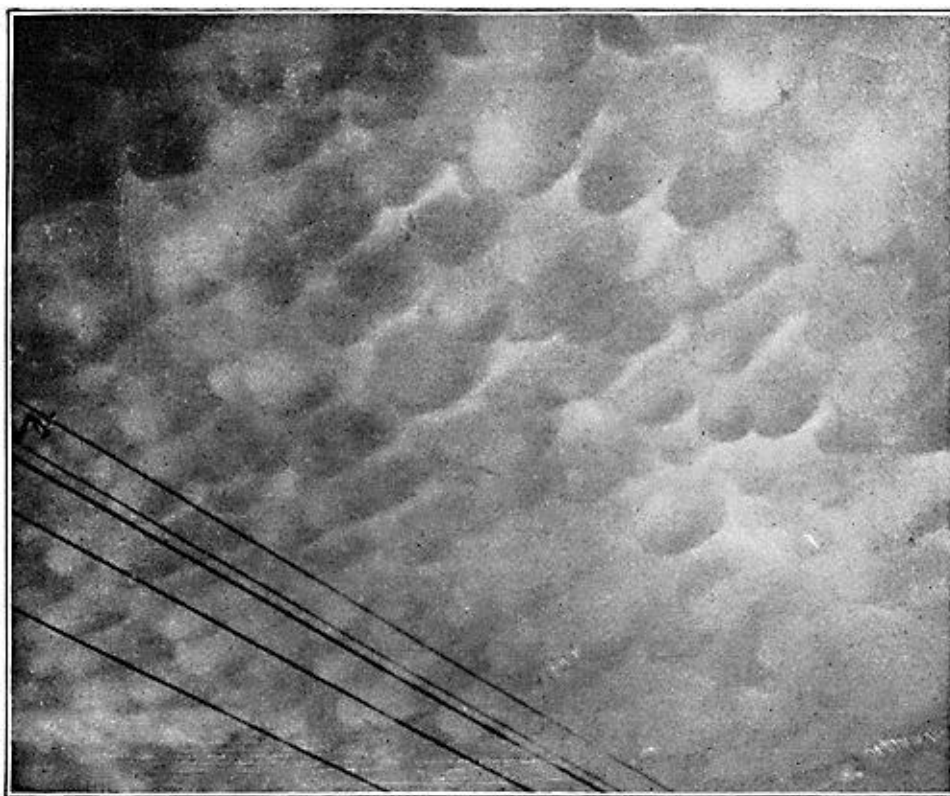


Альто-кучевые облака. Эти облака всегда встречаются в виде округлых ворсистых масс или удлинённых ворсистых рулонов с голубым небом между ними. Определённые специалисты по облакам выделили и назвали множество различных типов. (Фотография А. Дж. Уида.)

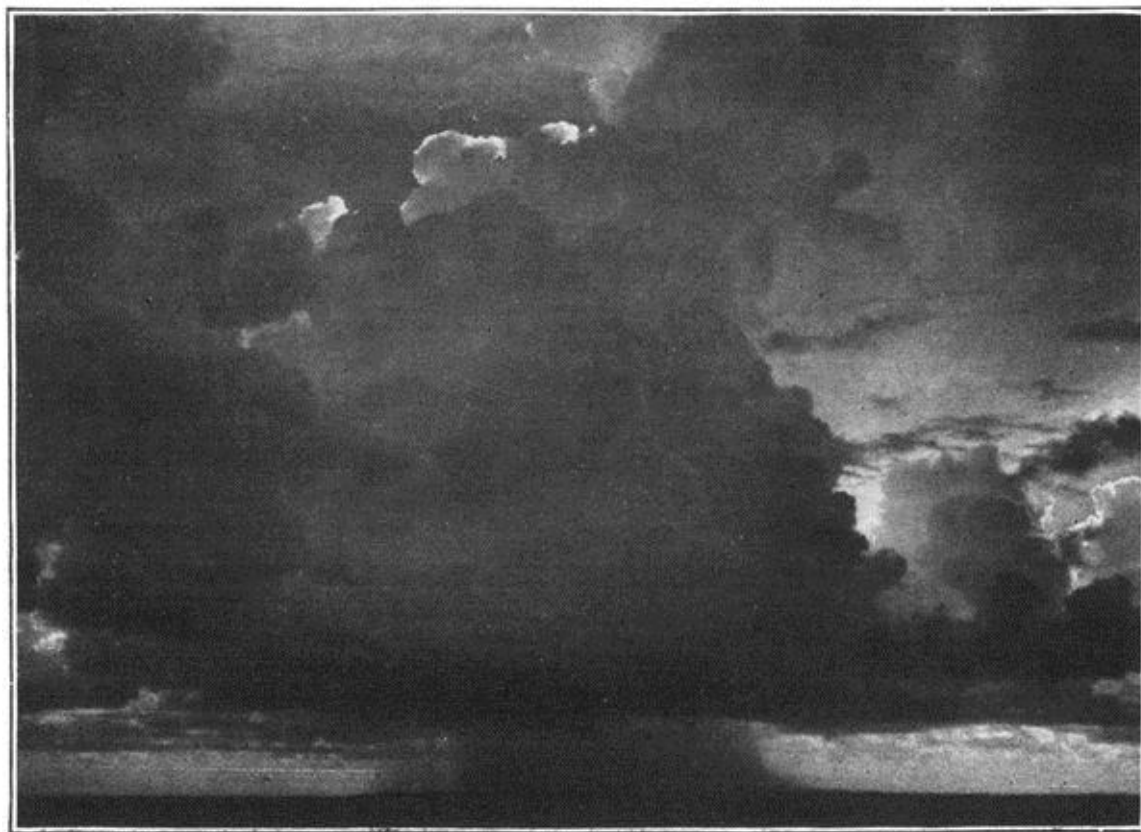


КУЧЕВЫЕ ОБЛАКА. Фотосъемка облаков стала особой отраслью фотоискусства, требующей использования не только соответствующих линз и пластинок, но и светофильтров или других специальных устройств для усиления контраста между облаками и голубым небом. Снимки мистера Эллермана, сделанные на горе Уилсон и в других местах Калифорнии, стоят в первом ряду. (Фотография Ф. Эллермана.)

Здесь необходимо упомянуть еще об одном виде тумана, а именно о грязном, дурно пахнущем "маляре" перуанского побережья, который осаждает на судах, стоящих в гавани Кальяо и в других местах, слизистое коричневое вещество, известное как "перуанская краска". Это вещество поступает из океана и, вероятно, образуется в результате разложения морских организмов. "Живописец" преобладает с декабря по апрель. Согласно правдоподобной гипотезе, изменение температуры воды в это время года, возникающее в результате периодического изменения океанских течений, убивает огромное количество планктона, разложение которого привело бы к наблюдаемым явлениям.



МАМАТО-КУЧЕВЫЕ ОБЛАКА. Довольно редкая форма облаков, связанная с грозами и торнадо. В Шотландии оно известно как "рябое" (то есть мешковатое) облако, а в некоторых частях Англии - как "дождевые шары". (Фотография Л. К. Твайфорда.)



Кучево-облачный покров. Это грозовая туча. *(Любезно предоставлено Военно-воздушной службой ВМС.)*

Облака, хотя они представляют собой не что иное, как массы тумана, расположенные на некотором расстоянии от земли, поддаются классификации по форме и текстуре, которая неприменима к туману. Среди миллиардов человеческих существ, которые во все века развлекались, обнаруживая картинки в облаках, было бы замечательно, если бы многим из них время от времени не приходила в голову идея свести эти картинки к нескольким общим типам. Согласно заметке, опубликованной несколько лет назад в "Ежеквартальном журнале" Королевского метеорологического общества, есть некоторые основания полагать, что древними индусами использовалась тщательно разработанная классификация облаков. Отрывок, процитированный из индийского произведения четвертого века до нашей эры, гласит:

"Три облака - это облака, которые непрерывно проливают дождь в течение семи дней; восемьдесят - это те, которые проливают мельчайшие капли; и шестьдесят - это те, которые появляются вместе с солнечным светом".

Однако в западном мире нет записей о каких-либо попытках классифицировать облака до 1801 года, когда французским натуралистом Ламарком была предложена следующая классификация:

Нюансы при прохождении облаков,

Облака в полосах (Nuages en barres),

Нюансы поммелеса (пятнистые облака),

Групповые нюансы (сгруппированные или нагроможденные облака),

Nuages en voile (veil clouds),

Нюансы окружения мутонами (стаями облаков).

В 1803 году английский метеоролог Люк Ховард опубликовал систему классификации, которая, с некоторыми дополнениями и модификациями, в настоящее время широко используется. Эта система основана на трех основных формах, а именно: волокнистых или перистых облаках (*перистые*), облаках с закругленными вершинами (*кучевые*) и облаках, расположенных горизонтальными пластами или слоями (*слоистые*). Промежуточные формы описываются путем сложения названий основных типов; например, *перисто-кучевые*, *перисто-слоистые* и т.д. Дождевое облако называется *нимбом*. Классификация Говарда быстро была принята во всех странах. Его определения были переведены на немецкий не кем иным, как Гете, который в своем восторге от достижений Говарда написал об этом стихотворение, а также по отдельному стихотворению о каждом из основных типов облаков!

Латинские названия, которые Говард дал облакам, немедленно сделали его систему доступной для международного использования; и почти во всех многочисленных системах облачной номенклатуры, которые были предложены с тех пор, был сохранен превосходный план использования латинских названий. Однако очень скоро, после появления классификации Говарда, список предлагаемых английских эквивалентов его имен был опубликован в "Британской энциклопедии", которая, тем не менее, не изменила свое название на "British Encyclopædia" - в интересах неграмотного большинства, предположительно неспособного использовать несколько латинских терминов, которые на самом деле были короче и не сложнее для произношения, чем их предлагаемые английские заменители! Пикантным продолжением этого эпизода является то, что эти ненужные английские названия облаков, "curl cloud", "stackencloud", "fall cloud", "sondercloud", "wane cloud" и "twain cloud", до сих пор сохранились в словарях — и нигде больше. Они практически неизвестны метеорологам и никогда не были приняты мирянами в целом.

Конечно, некоторые английские названия, которые были разработаны, а не изобретены намеренно, применяются к определенным типам облаков в англоязычных странах; но латинские названия, включенные в Международную классификацию облаков, должны быть выучены всеми. Эта классификация, принятая Международным метеорологическим комитетом и используемая всеми официальными метеорологическими службами, немного более подробная, чем классификация Говарда, на которой она основана; и существует тенденция время от времени добавлять в нее новые термины.

В Международной классификации существует десять основных типов облаков, и название каждого типа имеет официальную аббревиатуру (большое удобство для тех, кто регистрирует облака изо дня в день). Следующие определения, переведенные с французского текста "Международного облачного атласа", были опубликованы Британским метеорологическим управлением:

1. ПЕРИСТЫЕ (ки.) — *Отдельные облака нежного вида, волокнистой (нитевидной) структуры и перистой формы, обычно белого цвета.*

Перистые облака принимают самые разнообразные формы, такие как отдельные пучки волос, то есть тонкие нити на голубом небе, разветвленные нити в виде перьев, прямые или изогнутые нити, заканчивающиеся пучками (так называемые *cirrus uncinus*) и другие. Иногда перистые облака располагаются полосами, которые пересекают часть неба в виде дуг больших кругов, и в качестве эффекта перспективы кажется, что они сходятся в одной точке на горизонте, а также в противоположной точке, если они достаточно вытянуты.

Перисто-слоистые и перисто-кучевые также иногда аналогичным образом расположены в виде длинных полос. [Определенные формы перистых перьев называются “кобыльими хвостами”. Длинные полосы, пересекающие небо, как только что описано, известны как “полярные полосы” или “Ноев ковчег”.]

2. ПЕРИСТО-СЛОИСТЫЙ (Ci.-St.) —*тонкий слой беловатых облаков; иногда полностью закрывает небо и просто придает ему молочный вид; тогда его называют перисто-туманностью, или перистой дымкой; в других случаях более или менее отчетливо проявляется волокнистая структура, похожая на спутанную паутину.*

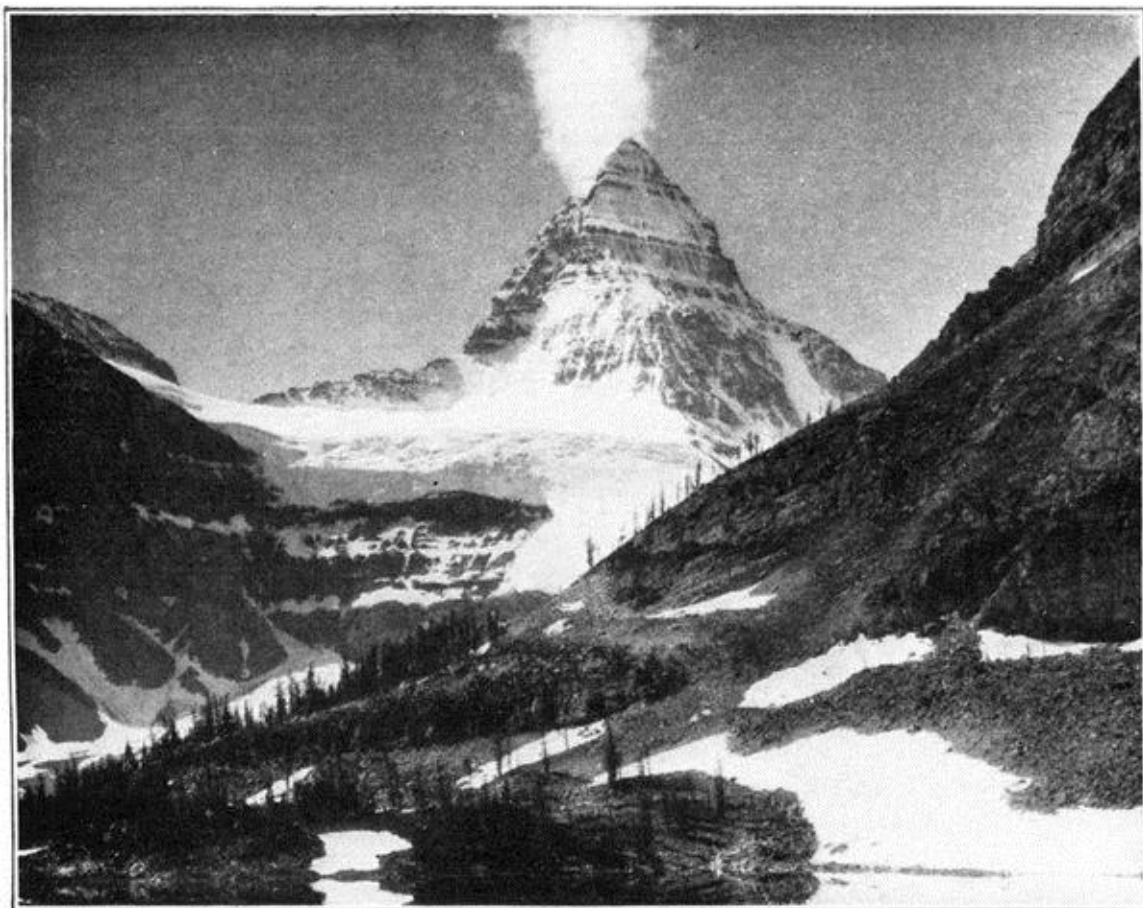
Этот лист часто создает ореолы вокруг солнца или луны.

3. ПЕРИСТО-КУЧЕВЫЕ (Ci.-Cu.) (небо макрели) —*Небольшие округлые массы или белые хлопья без теней или с очень слабой тенью; расположены группами и часто рядами.*

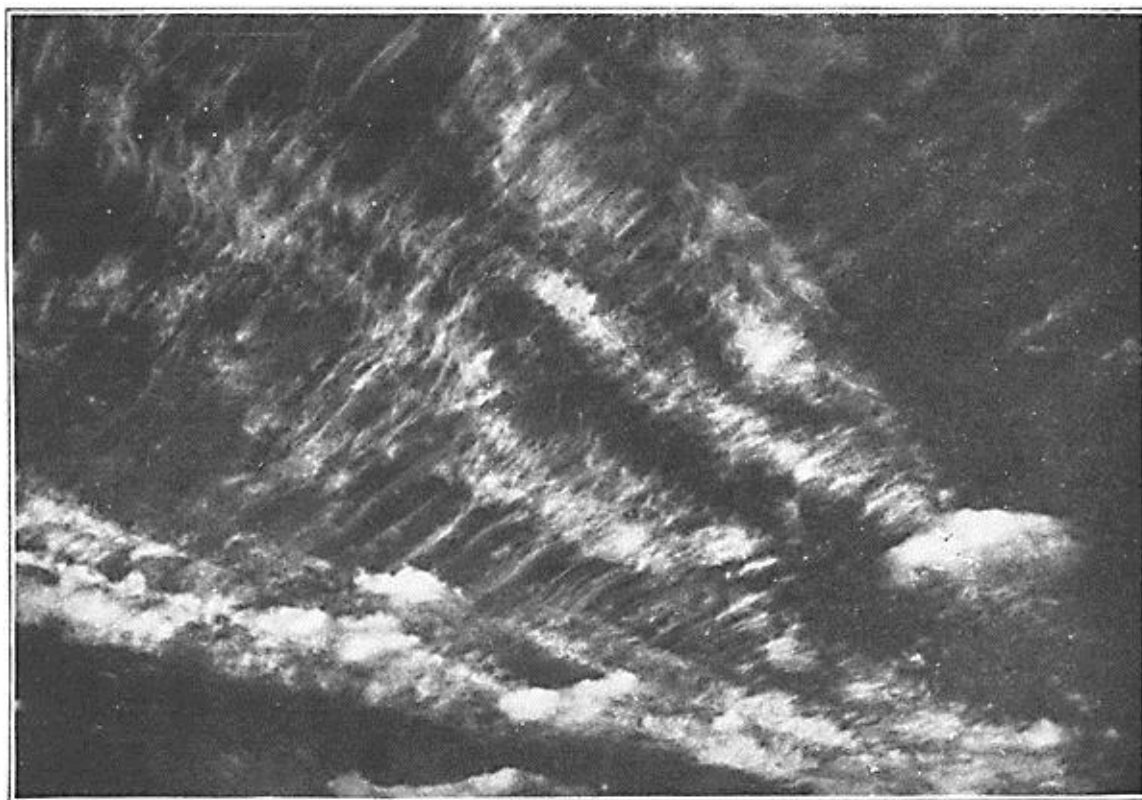
4. АЛЬТО-СТРАТУС (A.-St.) —*плотный лист серого или голубоватого цвета, иногда образующий компактную массу тускло-серого цвета и волокнистой структуры.*

В других случаях лист тонкий, как у более плотных форм перисто-слоистых, и сквозь него можно увидеть солнце и луну, тускло поблескивающие, как сквозь матовое стекло. Эта форма демонстрирует все стадии перехода от альто-слоистой к перисто-слоистой, но, согласно измерениям, ее нормальная высота составляет примерно половину высоты перисто-слоистой.

5. КУЧЕВЫЕ ОБЛАКА (A.-Cu.) -*Более крупные округлые массы, белые или сероватые, частично затененные, расположенные группами или линиями и часто настолько скученные в средней области, что облачка сливаются.*



Облачный Баннер над горой Ассинибойн, Канадские Скалистые горы. (Фотография доктора К. Д. Уолкотта.)



Перистый (с несколькими участками более низких облаков на переднем плане). Это перистый, но не разновидность “кобыльего хвоста”. Существует много различных видов перистых, которым иногда дают отдельные названия. (Сфотографировано в обсерватории Трапп, Франция.)

Отдельные массы обычно крупнее и компактнее (напоминающие слоисто-кучевые) в средней области группы, но плотность слоя варьируется и иногда настолько ослаблена, что отдельные массы приобретают вид листов или тонких чешуек значительной протяженности с едва заметным затенением. На краю группы они образуют более мелкие облачка, напоминающие перисто-кучевые. Облачка часто группируются параллельными линиями, расположенными в одном или нескольких направлениях.

6. Слоисто-кучевые (Сент-кр.) — *большие комковатые массы или клубки тускло-серых облаков, часто закрывающие все небо, особенно зимой.*

Обычно слоисто-кучевые отложения представляют собой серый слой, разбитый на нерегулярные массы и имеющий по краям меньшие массы, сгруппированные в стаи, подобно верхне-кучевым отложениям. Иногда эта форма облаков имеет характерный вид больших скоплений облаков, расположенных параллельными линиями близко друг к другу (“кучевые валы”). Сами рулоны плотные и темные, но в промежутках между ними облака намного светлее, и иногда сквозь них можно увидеть голубое небо. Слоисто-кучевые облака можно отличить от nimbus по их комковатому или перекатистому виду, а также по тому факту, что они, как правило, не приносят дождя.



Авторские права О. П. Андерсона

ЛИНЗОВИДНОЕ ОБЛАКО НАД ГОРОЙ РЕЙНИР

7. НИМБУС (ПРИМЕЧАНИЕ.) — *Плотный слой темных бесформенных облаков с рваными краями, из которых обычно непрерывно идет дождь или снег. Если в облаке есть просветы, то через них почти всегда можно увидеть верхний слой перистой оболочки.*

Если при сильном ветре слой ореола разделяется на рваные облака или если видны небольшие отдельные облака, дрейфующие под большим ореолом (“скад” моряков), то любое из них может быть определено как *фрактонимбус* (ФР.-НВ.).

8. КУЧЕВЫЕ ОБЛАКА (CU.) (облако из ваты) - *Густое облако, верхняя поверхность которого имеет куполообразную форму и имеет выпуклости, в то время как основание обычно горизонтальное.*

Эти облака, по-видимому, образованы восходящим движением воздуха в дневное время, которое почти всегда можно наблюдать. Когда облако и солнце находятся по разные стороны от наблюдателя, поверхности, обращенные к наблюдателю, более яркие, чем края выпуклостей. Когда, напротив, оно находится с той же стороны от наблюдателя, что и солнце, оно кажется темным с яркими краями. Когда свет падает сбоку, как это обычно бывает, кучевые облака отбрасывают глубокие тени. Настоящие кучевые облака имеют четко очерченные верхние и нижние границы; но иногда можно увидеть рваные облака, похожие на кучевые облака, разорванные сильным ветром, отдельные части которых постоянно меняются; этой форме облаков можно дать название *фракто-кучевых*.

9. КУЧЕВО-ДОЖДЕВЫЕ (CU.-NB.) (Грозовые облака) — *Большие массы облаков, поднимающиеся в форме гор, башен или наковален, обычно имеющие сверху вуаль или экран волокнистой текстуры (“ложный перистый”), а у его основания облачную массу, похожую на нимб.*

С базы обычно выпадают локальные ливни в виде дождя или снега, иногда с градом или граупелем. Иногда верхние края имеют компактную форму кучевых облаков или образуют массивные кучи, вокруг которых плавают нежный “ложный перистый покров”. В других случаях сами края окаймлены нитями, похожими на перистые облака. Эта последняя форма

особенно распространена при весенних ливнях. Фронт грозы большой протяженности часто имеет форму большой низкой арки над областью равномерно светлого неба.

10. СТРАТУС (Св.) — *Равномерный слой облаков, похожий на туман, но не лежащий на земле.*

Облачный слой стратуса всегда очень низкий. Если он разделен на неровные массы ветром или горными вершинами, его можно назвать *фрактослоем*. Полное отсутствие деталей структуры отличает stratus от других агрегированных форм облаков.

Мы привели приведенные выше официальные определения и описания полностью, чтобы максимально помочь читателю, насколько это возможно, в части устной информации, научиться называть обычные облака своими именами. Хорошие картинки, конечно, являются неотъемлемой частью этого процесса, и, помимо тех, которые иллюстрируют настоящий текст, многие коллекции таких картинок легкодоступны. Некоторые из них можно получить бесплатно или за символическую плату в Бюро погоды в Вашингтоне и в Метеорологическом бюро в Лондоне. “Международный облачный атлас” (второе издание, Париж, 1910) в настоящее время вышел из печати, но с ним можно ознакомиться в библиотеках.

Из перечисленных выше облаков перистые, перисто-кучевые и перисто-слоистые являются самыми высокими и всегда представляют собой ледяные облака. В некоторых случаях они состоят из отдельных мельчайших кристаллов — мелкой ледяной пыли, образующей, в зависимости от формы кристаллов, ту или иную из различных форм ореола вокруг солнца и Луны; в то время как в других случаях кристаллы собираются в маленькие снежинки, так что облако в воздухе превращается в настоящую снежную бурю. Высота этих облаков обычно колеблется от 4 до 8 миль. В экваториальной области их высота часто составляет 10 миль и более. Другие основные типы облаков состоят полностью или в основном из воды. Альто-кучевые и альто-слоистые облака - это облака средней высоты; слоисто-кучевые и нимбусовые облака - низкие облака (обычно высотой не более мили); в то время как слоистые, самые низкие облака из всех, переходят в туман, который обычно лежит на земле. Поскольку кучевые облака образуются в результате конденсации влаги восходящими воздушными потоками, высота их основания сильно варьируется в зависимости от температуры и влажности нижних слоев воздуха; средняя высота составляет чуть меньше мили. Однако их вертикальная протяженность намного больше, чем у других типов облаков. Кучево-дождевые облака иногда возвышаются на высоту 4-5 миль над своим основанием, и тогда их обычно венчают ледяные облака, в том числе тонкое “облако-шарф”, покрывающее вершину, и распространяющие клочья так называемого “ложного перистого облака”, вытягиваемого горизонтально верхними ветрами.

Помимо десяти основных классов облаков, все метеорологи признают несколько различных второстепенных разновидностей. Среди них - “линзовидное облако”; изолированное небольшое облачко, которое часто переливается и форму которого сравнивают с формой хрусталика или миндалина. Это облако может оставаться неподвижным или почти неподвижным, но на самом деле оно обозначает положение волны в потоке воздуха, когда влага конденсируется на одном краю облака и растворяется на другом. Другой характерной и довольно редкой формой облаков, наблюдаемой в основном в связи с грозами, является *мамато-кучевая*, также известная как “рябиновое облако”, “облако-гирлянда”, “дождевые шары” и т.д. Она состоит из многочисленных мешковидных или похожих на вымя выступов, выпуклых книзу.

Когда поток влажного воздуха вынужден подниматься, проходя над горой, его влага часто конденсируется в результате процесса динамического охлаждения, о котором уже

говорилося, и над вершиной видна “шапка облаков”. В местных метеорологических преданиях такие шапки обычно рассматриваются как признак дождя. Эти облака, прикрепленные к горам, писатели столетней давности называли “облаками-паразитами”, предложив им несколько наивных объяснений. Иногда “облачное знамя” струится далеко с подветренной стороны горы. Одна из самых известных и поразительных облачных шапок - это “скатерть”, которая расстилается над Столовой горой, недалеко от Кейптауна, когда с моря дует влажный ветер. Иногда местная топография приводит к тому, что ветер, пронесшийся над горой, формирует вторую “стоячую” волну с подветренной стороны вершины, и это также может быть отмечено облаком, которое, как и шапка облаков, создает иллюзорное впечатление постоянства, в то время как на самом деле оно находится в постоянном процессе формирования с наветренной стороны и рассеивания с подветренной. Образовавшиеся таким образом два облака, одно над вершиной, а другое с подветренной стороны, часто можно увидеть на Столовой горе, и их дальнейший пример - знаменитый “руль и перекладина” в Кроссфелле, в Английском Озерном крае.

В случае ветра, дующего поперек хребта или горной цепи, полоса облаков может простирается вдоль всего гребня, как в случае “стены фена”, которая появляется вдоль альпийских высот, когда дует сильный ветер.

Когда-нибудь метеорологию будут преподавать в художественных школах по той же причине, что сейчас анатомию. Когда настанет этот блаженный день, художники, вероятно, покажут нам небеса, менее противоречащие природе, чем те, которые портят работы художников всех степеней известности, включая “старых мастеров”.

ГЛАВА VII

ОСАДКИ

Метеорологи были в большом замешательстве по поводу наименования и классификации различных отложений атмосферной влаги, известных под общим названием “осадки”. Этому вопросу в последние годы уделялось большое внимание, но следует признать, что даже в настоящее время терминология этой группы атмосферных явлений еще не устоялась удовлетворительным образом ни в английском, ни в каком-либо другом языке.

Когда, например, в отчете о погодных явлениях говорится, что выпал град, это утверждение, каким бы однозначным оно ни казалось неспециалисту, часто вызывает вопрос в голове метеоролога. Веками люди говорили и писали о граде, прежде чем людям науки пришло в голову поинтересоваться, всегда ли одно и то же явление описывается под этим названием. Продолжение этого расследования привело к обескураживающим результатам, одним из которых стало открытие, что сейчас мы во многих случаях не знаем, что имели в виду метеорологи прошлого, когда вносили запись “град” в свои записи.

С неба падают по меньшей мере три различных вида ледяных глыб и катышков, и все они получили название град. То, что наука сейчас считает настоящим градом, происходит только в связи с грозами и, следовательно, главным образом в теплую погоду. Он состоит из шариков или комков неправильной формы, каждый из которых при осмотре имеет непрозрачную снежную середину, окруженную льдом, который часто состоит попеременно из прозрачных и непрозрачных слоев. Второй класс ледяных частиц принимает форму миниатюрных снежков размером с крупную дробь или мелкую горошину. Он выпадает в холодную погоду, часто вместе с обычным снегом. Поскольку он легко крошится, англоязычные метеорологи называли его “мягким градом”; но это название неуместно по двум убедительным причинам: он хоть и рассыпчатый, но не мягкий, и это не град; следовательно, этот термин сейчас уступает место немецкому названию “graupel” (в котором *au* = *ow* в “рычании”). Наконец, в холодную погоду иногда выпадают маленькие гранулы или угловатые частички прозрачного льда. Эти замерзшие капли, хотя и являются довольно распространенным явлением, до недавнего времени отличались анонимностью в научном мире, в то время как широкая публика называла их по-разному, в том числе “градом”. Несколько британских властей предварительно называли эту форму осадков “ледяным дождем”, название, которое, однако, применялось по-другому. Наконец, в 1916 году Метеорологическое бюро Соединенных Штатов взяло быка за рога и постановило, что такие частицы льда следует называть “мокрым снегом”.

Хотя это решение Бюро погоды было принято только после тщательного изучения литературы и большой переписки с филологами, учеными, инженерами и другими, еще неизвестно, восторжествует ли оно в конечном итоге во всем англоязычном мире. В Англии “мокрый снег” почти всегда означает смесь снега и дождя. С другой стороны, у очень многих американцев вошло в привычку применять этот термин к покрытию гладким льдом из-за

дождя в холодную погоду, который часто ломает ветви деревьев, протягивает мили проводов и, между прочим, создает одно из самых красивых зрелищ американских зим.

Это приводит нас к другой трудности. Только что упомянутый ледяной налет в течение нескольких лет Британское метеорологическое управление называло “глазурированной изморозью”, а Метеорологическое бюро Соединенных Штатов теперь называет его “глазурью”. Это также называлось, даже в научных книгах, “серебряной оттепелью”; и случай его возникновения в больших масштабах называется, как популярно, так и научно, “ледяной бурей”.

Чтобы продолжить этот прискорбный список противоречащих друг другу целей еще немного, можно добавить, что выражение “серебряная оттепель”, помимо того, что оно является одним из псевдонимов *glaze* или глазурированной изморози, до недавнего времени применялось в различных официальных британских публикациях к совершенно иным шероховатым или перистым отложениям льда, отличающимся от тумана, которые сейчас Метеорологическое управление и Метеобюро называют “инеем”.

Излишне говорить, что, когда научные авторитеты не могут прийти к согласию относительно этих терминов, наши словари, к сожалению, оказываются в затруднительном положении в отношении них; таким образом, в целом задача написания главы об осадках сопряжена со словесными трудностями, с которыми не столкнулись бы при написании статей на многие гораздо более сложные темы.

К счастью, название самого важного вида осадков — дождь — в достаточной степени лишено двусмысленности. Конечно, мнения могут расходиться относительно того, является ли “шотландский туман” дождем или мокрым туманом — и если кто-то случайно застраховал праздник на лужайке от дождя в *Lloyds'*, неопределенность в этом вопросе может привести к судебному разбирательству - но, вообще говоря, “идет дождь или не идет”, как нам говорят в книгах по логике.

“Дождь, ” говорит доктор Хеллманн, “ это самая распространенная, частая и обильная форма конденсации водяных паров в атмосфере. Область его распространения охватывает всю поверхность земли, за исключением внутренних районов Антарктиды и, вероятно, северной Гренландии. Английская и норвежская экспедиции не обнаружили дождей даже на краю Антарктиды. Поскольку суша поднимается вглубь материка примерно на высоту 2800 метров над Южным полюсом, можно с уверенностью предположить, что в самом сердце Антарктиды выпадает только снег и не бывает дождей. На Северном полюсе, который лежит посреди моря, вероятно, время от времени идут дожди; в то время как на высоком плато северной Гренландии, вероятно, выпадает только снег. Что касается его частоты, то существуют засушливые регионы, в которых среднегодовое количество дней с дождями составляет менее одного, в то время как в некоторых тропических районах это число, вероятно, достигает 280. За исключением уже упомянутых полярных регионов, вероятно, нет регионов, где никогда не было бы дождей ”.

По своей интенсивности дождь варьируется от мелкой мороси или россыпи случайных капель до проливных ливней, часто известных как “разрывы облаков”. Прежде чем привести примеры сильных дождей, возможно, стоит напомнить читателю, что дюйм осадков эквивалентен 101 тонне воды на акр, или 64 640 тоннам на квадратную милю. В графстве Норфолк, Англия, в августе 1912 года за один день осадков выпало 670 720 000 тонн воды — более чем в два раза больше объема воды, содержащегося в крупнейшем озере Англии Уиндермир. Несомненно, этот рекорд ливней аналогичной силы и продолжительности часто превзойден в других странах, включая нашу собственную, и *тем более* в тропиках.

Самый замечательный пример сильного кратковременного ливня был зарегистрирован в Порто-Белло, на Панамском перешейке, 1 мая 1908 года, когда самозаписывающийся дождемер *зарегистрировал падение на 2,47 дюйма* за три минуты. Средний сильный ливень на востоке Соединенных Штатов дает примерно столько же осадков за двадцать четыре часа. В Багио, на Филиппинах, с полудня 14 июля 1911 года до полудня следующего дня выпало сорок шесть дюймов осадков — вероятно, это “мировой рекорд” по количеству осадков за сутки. Соответствующий рекорд для Соединенных Штатов составляет 22,22 дюйма в Алтапассе, Северная Каролина, 15-16 июля 1916 года.

Статистика того, что метеорологи называют “чрезмерными осадками”, то есть аномально сильными дождями в течение коротких периодов, была собрана на большей части земного шара по гораздо более веским причинам, чем для удовлетворения любопытства относительно того, какие ливни были “рекордсменами”. Такие данные необходимы инженерам при строительстве канализационных коллекторов, водохранилищ и дамб, а также при проведении работ по защите от наводнений. Канализационные коллекторы должны быть сделаны достаточно большими, чтобы отводить “ливневую воду” от самых сильных ливней, которые когда-либо происходили в данной местности; в то время как, с другой стороны, при отсутствии статистики осадков может быть потрачено много денег на то, чтобы сделать их больше, чем необходимо. Сильное наводнение вызывает вопросы относительно интенсивности вызвавших его осадков и частоты, с которой можно ожидать подобных дождей в соответствующей зоне дренажа. Беспрецедентные наводнения в долине Огайо и прилегающих регионах в марте 1913 года, которые привели к убыткам в размере 200 000 000 долларов, привели к исчерпывающему изучению записей о ливневых дождях на востоке Соединенных Штатов, проведенному инженерами округа охраны природы Майами. Их отчет по этому вопросу (опубликованный в Дейтоне, штат Огайо, в 1917 году), вероятно, является наиболее подробным обсуждением такого рода, которое до сих пор готовилось для любой части мира. Было обнаружено, что из 2641 исследованного шторма в семидесяти восьми, охвативших районы площадью 500 квадратных миль или более, выпало не менее 20 процентов от нормы осадков за год.

Распределение осадков по земле (используя слово “осадки” в широком смысле, включая снег, уменьшенный до его водного эквивалента) удобнее всего описать в терминах среднегодовых значений. Этот элемент очень неравномерно распределен между разными частями земного шара и между разными регионами каждой крупной страны. Дождливость или сухость климата определяется, в частности, преобладающим движением ветров, несущих влагу, и рельефом местности, в то время как вторым важным фактором контроля является расположение региона относительно ливневых трасс. Самые дождливые регионы находятся на наветренных склонах горных хребтов недалеко от океана, где влажные ветры, вынужденные быстро подниматься из-за гор, быстро охлаждаются и сбрасывают влагу. Таким образом, южные склоны восточных Гималаев получают огромное количество осадков от юго-западного муссона, дующего с Индийского океана, и обильные осадки также преобладают на южных склонах высоких гор восточного Тибета, в то время как северный Тибет, с подветренной стороны гор, представляет собой пустыню.

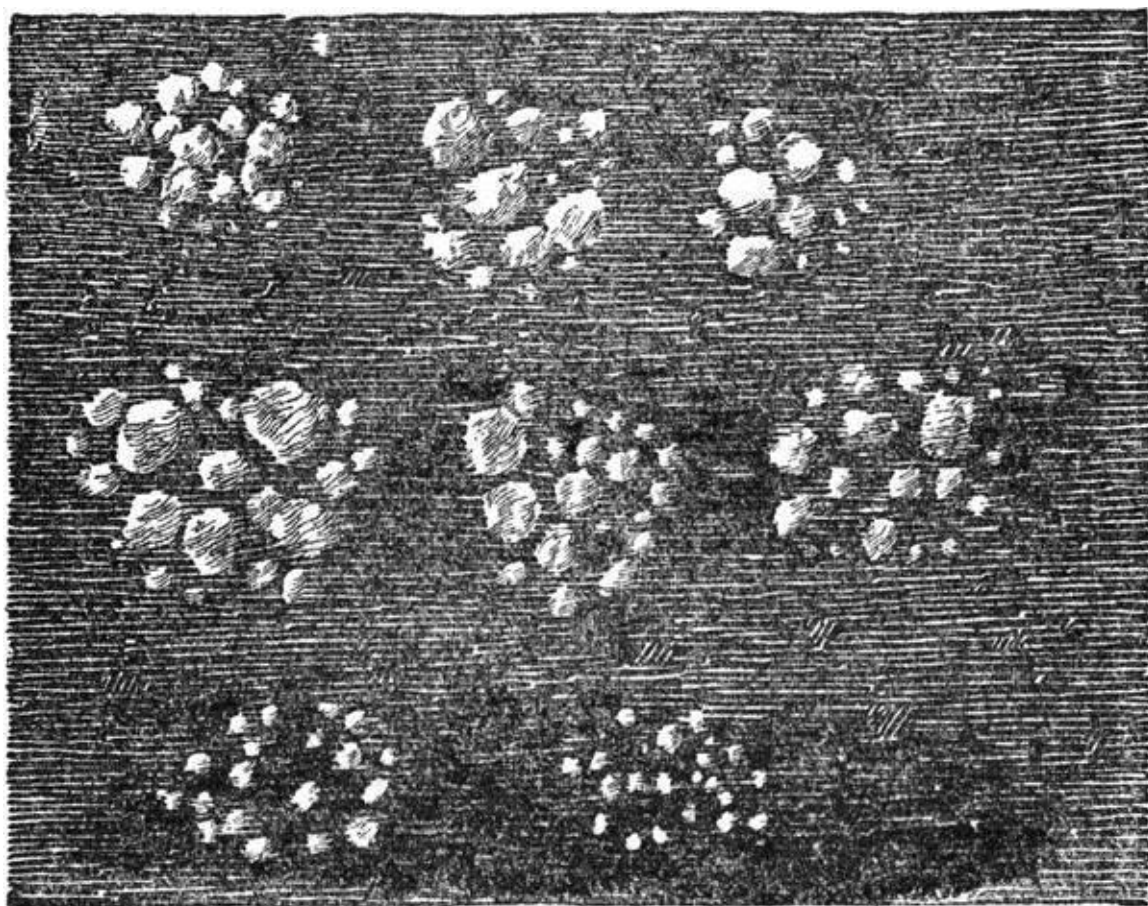
Вот уже более полувека считается, что на маленькой горной станции Черрапунджи в Ассаме, расположенной на высоте 4100 футов, выпадает самое сильное количество осадков в мире. Согласно последним официальным данным, среднегодовое количество осадков здесь составляет 426 дюймов. Недавно выяснилось, что у Черрапунджи есть серьезный соперник на Гавайских островах. Фрагментарный отчет общей продолжительностью 90 месяцев, между 1911 и 1921 годами, сохраненный на горе Вайалеале (высота 5075 футов) на острове Кауаи, показал в среднем 455 дюймов в год, и есть основания полагать, что более длительный отчет даст еще более высокий средний показатель для этого места. Место, о

котором идет речь, которое было описано как “Самый сырой уголок дяди Сэма”, настолько труднодоступно, что добраться до него можно только после трехдневного пешего перехода по горным тропам. Поэтому Геологическая служба Соединенных Штатов установила здесь огромный дождемер, который считается самым большим в мире, способный удерживать количество осадков за весь год, так что измерения необходимо проводить только раз в год.

Самое большое среднегодовое количество осадков в Соединенных Штатах (не включая Аляску) составляет около 130 дюймов в округе Тилламук, штат Орегон. В большинстве штатов нашего атлантического побережья количество осадков колеблется от сорока до пятидесяти дюймов. На обширных территориях южной Калифорнии и западной Невады выпадает не более пяти дюймов осадков. Любой регион с годовым количеством осадков менее десяти дюймов обычно является пустыней, хотя методы орошения или “сухого земледелия” могут позволить его жителям заниматься сельским хозяйством.

Процесс образования дождя изучен недостаточно хорошо. Как мы видели, существование ядер в воздухе служит объяснением того, почему при правильных условиях температуры и влажности влага конденсируется в крошечных капельках, образующих облака. Трудность состоит в том, чтобы объяснить, как в определенное время образуется количество капель достаточно большого размера, чтобы быстро нести их к земле. Количество ядер настолько велико, что, как указал Хамфриз, даже если бы на них сконденсировался весь водяной пар из объема влажного воздуха, размер каждой капли оставался бы очень маленьким. Он предположил, что в столбе поднимающегося воздуха маленькие капли, образующиеся у основания облака, отфильтровывают большую часть ядер, так что на больших высотах последних относительно мало, и поэтому вокруг них может скапливаться достаточное количество воды для образования капель “падающего” размера.

Скорость, с которой капли падают по воздуху, которая составляет всего долю дюйма в секунду для средней капли в облаке, быстро увеличивается с увеличением размера капли до определенной точки, но для капель, которые достигают земли в виде дождя, скорость падения имеет тенденцию становиться примерно равномерной. Несколько исследователей измеряли размер дождевых капель. Один из способов сделать это - позволить каплям упасть на неглубокий слой мелкой, неуплотненной муки. Каждая капля образует небольшой шарик теста, который, как показали эксперименты с предварительно отмеренными каплями (изготовленными специально и сброшенными с разной высоты), очень точно соответствует размеру капли. Эти гранулы высыхают и затвердевают, а затем их можно тщательно измерить, сфотографировать и т.д. Таким образом, сотни образцов дождевых капель были измерены мистером У. А. Бентли из Иерихона, штат Вирджиния, и результаты измерений были сведены в таблицу с учетом типов облаков, из которых они падали, распределения крупных и мелких капель в различных частях шторма и других обстоятельств, сопровождавших их падение. Обнаружено, что капли самых разных размеров падают одновременно. Самые распространенные размеры, зарегистрированные Бентли, составляли от одной тридцатой до одной восьмой дюйма в диаметре; но многие капли, слишком мелкие, чтобы образовать слепки, оценивались менее чем в сотую долю дюйма в диаметре, в то время как самые крупные наблюдаемые капли имели диаметр в четверть и даже треть дюйма. Этот диапазон размеров соответствует диапазону скорости падения примерно от пяти футов в секунду для самых мелких падений до примерно двадцати пяти футов в секунду для самых крупных. Максимальный размер дождевых капель ограничен тем фактом, что очень крупные капли разбиваются при падении по воздуху. Теоретически, предельный размер несколько меньше, чем самые большие размеры, найденные Bentley.



КАПЛИ ДОЖДЯ ВО ВРЕМЯ ГРОЗЫ

Собран и сфотографирован У. А. Бентли

Хотя дождь часто является конечным продуктом таяния снега до того, как он достигнет земли, снег, вероятно, никогда не образуется из дождевых капель, а всегда конденсируется непосредственно из водяного пара. Самый мелкий снег состоит из отдельных кристаллов льда, в то время как снежинки большего размера всегда состоят из нескольких кристаллов, частично расплавленных вместе. Хлопья в редких случаях достигают диаметра трех-четырех дюймов, и сообщалось о более крупных размерах.

На протяжении веков человечество восхищалось разнообразием прекрасных форм снежных кристаллов. Рисунки таких кристаллов, а также морозного узора на оконных стеклах были сделаны еще в шестнадцатом веке ученым шведским историком Олаусом Магнусом, и с тех пор было опубликовано множество коллекций подобных рисунков; но в наши дни сочетание фотоаппарата и микроскопа дает нам гораздо больше информации об этих интересных объектах. Компания Bentley, чье исследование дождевых капель мы только что упомянули, сделала и опубликовала микрофотографии сотен различных форм кристаллов снега и льда, и в Европе было опубликовано несколько коллекций.

Один из фактов, выявленных камерой, заключается в том, что идеально правильные формы этих кристаллов, изображенные на рисунках, сравнительно необычны для снега, когда он достигает земли. Снежный кристалл настолько хрупок, что его легко повредить ветром и при контакте с другими кристаллами. В очень тихую погоду и в начале снежной бури множество одиночных и совершенных кристаллов мягко опускается на землю, и их красота становится очевидной, когда они падают на темные предметы, особенно если

рассматривать их с помощью увеличительного стекла. Несмотря на огромное разнообразие деталей, все идеальные кристаллы снега и другие кристаллы льда имеют шесть сторон, или главных лучей. Когда образуются вторичные лучи, они параллельны соседним первичным лучам. Существуют две основные формы кристаллов льда — табличная и столбчатая. Иногда эти две формы комбинируются; столбик или стержень шестиугольного сечения будет иметь на одном или обоих концах шестиугольную пластину. Размер и форма снежных кристаллов в некоторой степени зависят от температуры воздуха. Самые мелкие кристаллы образуются в самую холодную погоду. Кристаллы в форме звезды наиболее распространены, когда температура не намного ниже нуля, в то время как при более низких температурах преобладают гексагональные пластины.

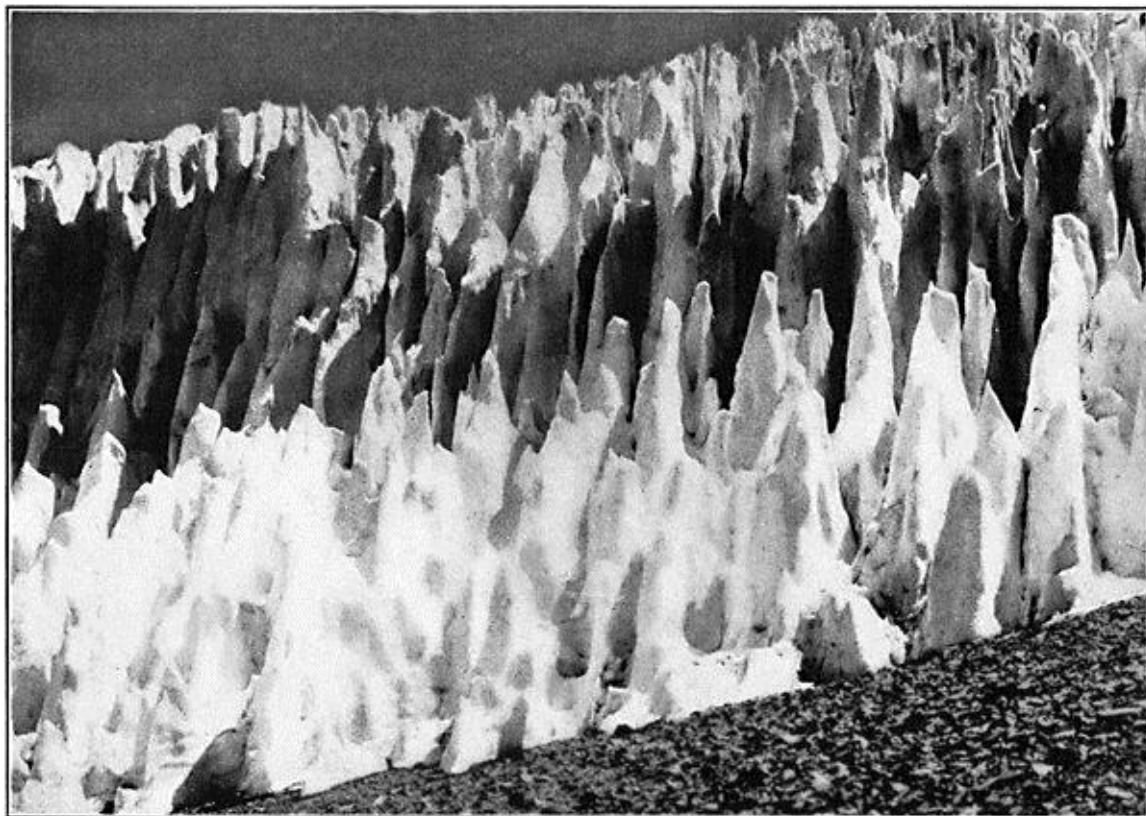
Вязкость влажного снега, который используется молодым поколением для лепки снежков и снежных человечков, позволяет этому веществу естественным образом принимать разнообразные поразительные формы. Таким образом, полоска снега, лежащая на подоконнике или ветке дерева, иногда соскальзывает посередине и свисает в форме гирлянды, поддерживаемой только на концах, образуя “снежную гирлянду”. По ровной или пологой поверхности снега ветер время от времени перекачивает снежки в форме муфты, которые известны как “снежные катки”. Иногда их образуются сразу тысячи, и самые крупные могут вырасти до размеров бочек. Огромные нависающие снежные шапки, образовавшиеся на пнях деревьев, столбах и тому подобном, были удачно названы “снежными грибами” мистером Воаном Корнишем, который описал те, что в большом количестве встречаются в горах Селкирк на западе Канады.



Ледяная буря в Филадельфии, декабрь 1914 года. Ветки сломаны из-за обильных отложений глазури. На фотографии в левом верхнем углу, сделанной доктором Дэвидом Фэйрчайлдом, изображена покрытая глазурью веточка. (Фотографии из Бюро погоды США.)

Пожалуй, самая странная из всех форм, которые принимает снег, с наибольшим совершенством проявляется в высоких Андах тропической Аргентины и Чили. Здесь встречаются бесчисленные снежные или ледниковые вершины, достигающие в среднем от четырех до семи футов в высоту, хотя иногда и намного выше. Если смотреть на них с

расстояния, они имеют сверхъестественное сходство с толпами людей в белых одеждах, и поэтому они получили испанское название *nieve de los penitentes* ("снег кающихся"). В сокращенной форме *nieve penitente* это название теперь применяется к более или менее похожим образованиям в других горных регионах. Прекрасные примеры можно найти в Гималаях, и одна из гималайских вершин получила название Mount Nieves Penitentes. Происхождение этих вершин было предметом многочисленных дискуссий. Солнечный свет и ветер, по-видимому, принимают участие в их формировании. В жаркую, сухую летнюю погоду среди ледниковых полей горы Рейнир образуются замечательные "снежные соты", по форме напоминающие *ньеве пенъенте*.



КАЮЩАЯСЯ НИВА В АРГЕНТИНСКИХ АНДАХ

(Фотография доктора Хуана Кейделя.)

Снег имеет свои экономические аспекты, сравнимые по важности с дождем. Проблема уборки снега возникает каждую зиму в наших американских городах, и не всегда решается с блестящим успехом. В крупных городах Европы снег убирают, посыпая улицы солью, чтобы превратить снег в слякоть, которая затем смывается в канализацию водой, но этот метод, по-видимому, в целом неприменим к более сильным снегопадам в этой стране. Конференция по уборке снега, проведенная рядом муниципальных инженеров в Филадельфии в 1914 году, привлекла внимание инженерного мира к этому сложному этапу уборки улиц, и в последние годы он активно обсуждался в технических журналах. Снег представляет собой серьезную проблему при эксплуатации многих железнодорожных линий, решение которой принимает форму снегоуборочных саней, ограждений, плугов различных типов, отбortовок, бензиновых горелок для таяния снега на стрелочных переводах и т.д.

С экономической точки зрения снег, пожалуй, наиболее важен по своему воздействию на водоснабжение, и это особенно верно для горных снежников, таяние которых питает прилегающие ручьи. В наших Западных Штатах есть обширные районы, где вода, необходимая для орошения, почти полностью добывается за счет таяния снега. Горные склоны представляют собой естественные резервуары, из которых влага, выпадающая зимой в виде снега, постепенно в течение весны и лета поступает в окружающую местность. В этих регионах ранней весной иногда проводятся обширные “обследования снежного покрова”, чтобы определить общее количество доступной воды. Профессор Дж. Э. Черч из Университета Невады был одним из пионеров этой идеи, и как он, так и эксперты Бюро погоды разработали остроумное устройство и методы для быстрой оценки количества выпавшего снега и эквивалентного ему объема воды, лежащего на данной территории. Снегоуборщик путешествует по водоразделу, часто на лыжах или снегоступах, срезая куски снега цилиндрическим “пробоотборником снега” и взвешивая их с помощью небольших пружинных весов. Метеорологическое бюро также поддерживает в Западных горах ряд специальных станций, на которых производятся ежедневные измерения количества выпавшего снега в интересах ирригационных проектов. Использование “снежных бункеров” и других видов датчиков для удержания снегопада в течение всей зимы — таким образом, устраняется необходимость частых измерений — оказалось не очень удовлетворительным в этой стране. Однако аналогичное устройство, известное по-французски как *тотализатор*, очень широко используется в швейцарских и Итальянских Альпах.

Самый сильный снегопад в Соединенных Штатах приходится на высокогорную Сьерра-Неваду в Калифорнии и на Каскадный хребет в Вашингтоне и Орегоне. Местами в обоих этих регионах за одну зиму выпало более шестидесяти пяти футов снега. Снег иногда лежит на земле глубиной в двадцать пять футов, погребая под собой одноэтажные дома по самые карнизы.

Снегопад при безоблачном небе довольно обычное явление в полярных регионах и иногда наблюдается в тихую и очень холодную погоду в зонах умеренного климата. Дождь с безоблачного неба - более сомнительное явление, о котором зарегистрировано лишь несколько наблюдений, большинство из них относятся к раннему периоду. Если идет такой дождь, он может идти из облаков, которые ушли за горизонт до того, как капли дождя достигнут земли. Вероятно, более старые сообщения об этом явлении действительно связаны с росой, которая, как когда-то считалось, падала с неба.

Из трех видов осадков, подобных граду, о которых мы упоминали выше, настоящий град является наиболее важным из-за больших размеров, которых иногда достигают градины, и ущерба, который они, следовательно, способны нанести. Достоверно установить максимально возможный размер градины невозможно, но достоверные сообщения о камнях размером больше человеческого кулака и весом более фунта поступали несколько раз. Во время ливня с градом в Натале 17 апреля 1874 года упали камни весом в полтора фунта и прошли сквозь крышу из гофрированного железа, как будто она была сделана из бумаги. Градины диаметром четырнадцать дюймов выпали в Новом Южном Уэльсе в феврале 1847 года. В Касорле, Испания, 15 июня 1829 года дома были раздавлены глыбами льда, некоторые из которых, как говорят, весили четыре с половиной фунта. В октябре 1844 года град в Сетте, Франция, разрушил дома и затонул суда. В штате Бихар, Индия, 5 октября 1893 года землю покрыл град на глубину от четырех до шести футов; шесть человек были погребены под ним и погибли, а сотни голов крупного рогатого скота погибли. В индийском округе Морадабад 1 мая 1888 года от града погибло около 250 человек. Скорость, достижимая при падении градин, пожалуй, наиболее наглядно демонстрируется тем фактом, что даже при наклонном падении они, как известно, пробивают в оконном стекле

прозрачное круглое отверстие, похожее на пулевое, оставляя остальную часть стекла неповрежденной.

Град, по-видимому, образуется в сильном восходящем потоке воздуха перед грозой. В этом беспокойном регионе градина, сначала замерзшая на высоком уровне, вероятно, совершает несколько путешествий попеременно вверх и вниз, поскольку сталкивается с более сильными или более слабыми восходящими потоками; в одно время образуется снежный покров наверху, а в другое - слой льда от дождя внизу, пока, наконец, из-за своего большого размера или из-за ослабления восходящего ветра она не падает на землю. Свидетельства этих взлетов и падений в жизни градины видны в концентрических слоях прозрачного, похожего на снег льда, из которого она состоит.

Хотя с незапамятных времен мы все еще условно говорим о "выпадении росы", вот уже более столетия — особенно после публикации "Очерка росы" Уэллса в 1814 году — известно, что роса не выпадает. Охлаждение воздуха ниже точки росы его водяных паров при контакте с любым холодным предметом приводит к отложению видимой влаги, которая является жидкой или замороженной, в зависимости от того, выше или ниже температура точки замерзания соответственно. Этот процесс не является исключительно ночным. Днем это проявляется в привычном "потении" кувшинов со льдом, а также в появлении влаги на тротуарах, каменных стенах и т.п. В местах, затененных от солнца. Быстрое охлаждение земли радиацией ночью, особенно (но не исключительно, как часто утверждается) при ясном небе и в тихую погоду, способствует конденсации влаги в жидкой форме, такой как роса, или в замороженной форме, такой как иней. Наиболее обильно отложение образуется на объектах, которые быстро теряют тепло под действием излучения и медленно приобретают его за счет теплопроводности. Водяной пар, выделяемый тканями растений и почвой, несомненно, вносит свой вклад в количество влаги, доступной для конденсации, но это вряд ли является основанием для утверждения, как это делали некоторые авторы, что роса поступает в основном с земли, а не с воздуха.

Иней часто описывают как "замерзшую росу". Это выражение вводит в заблуждение, поскольку, хотя капли росы иногда замораживаются в виде маленьких ледяных шариков, иней чаще конденсируется непосредственно из атмосферного водяного пара в форме кристаллов льда.

"Глазурь" и "иней" — если использовать новейшие официальные обозначения двух видов ледяного покрытия, образующегося из воды в атмосфере, — как правило, сильно различаются по внешнему виду, хотя иногда встречаются переходные формы. Глазурь образуется в результате выпадения дождя на поверхности, температура которых ниже нуля, и обычно она гладкая и прозрачная. Иней - это грубый налет, образующийся из тумана, капли которого "переохлаждены", то есть находятся ниже точки замерзания, и превращаются в лед при соприкосновении с твердыми предметами. Наиболее примечательные образцы инея можно увидеть на горах и в полярных регионах. Это происходит на ветвях и листьях деревьев, а также на углах и кромках вертикально стоящих предметов, а не на горизонтальных поверхностях. В дрейфующем тумане он растет наиболее быстро, если не полностью, с наветренной стороны объектов, то есть против ветра. На Бен-Невисе было замечено, что он растет со скоростью более дюйма в час. Таким образом, деревья, столбы, телеграфные столбы и тому подобное в конечном итоге превращаются в бесформенные массы шероховатого или пушистого льда.

ГЛАВА VIII

ВЕТРЫ И БУРИ

ТИзучение движений атмосферы представляет собой довольно сложную отрасль науки, известную как *динамическая метеорология*. Этот предмет привлек внимание ряда способных физиков — хотя и слишком немногих — и начал приобретать характер точной науки, но все еще изобилует непроверенными гипотезами.

Здесь мы можем сказать лишь немного о теориях и гипотезах, касающихся атмосферной циркуляции. В настоящее время они в значительной степени пересматриваются. Важные изменения в них произошли в результате открытий в области исследований атмосферы, а также прогресса в других областях исследований. Однако есть несколько фундаментальных вопросов, которые мы не должны игнорировать. Мы начнем с солнечного тепла, которое поддерживает в движении атмосферные механизмы.

Подсчитано, что более трети тепла, которое поступает к нам от солнца, отражается облаками и землей или рассеивается молекулами пыли и воздуха и, таким образом, возвращается обратно в космос, не оказывая никакого влияния на нагрев атмосферы. Часть оставшегося нагревает атмосферу напрямую, а остальное — косвенно, после предварительного нагрева подстилающей поверхности земли и воды. В обоих случаях определенные атмосферные газы, в частности водяной пар, поглощают гораздо больше тепла, чем другие.

Первым шагом в возникновении ветра является разница в температуре между двумя частями земной поверхности и, следовательно, в вышележащем воздухе. Такие температурные контрасты существуют всегда, как локально, так и в больших масштабах. Высокое солнце экваториальных регионов нагревает землю гораздо сильнее, чем низкое солнце высоких широт; поверхность воды имеет более стабильную температуру, чем поверхность прилегающей суши; участок голой земли теплее днем и холоднее ночью, чем соседний участок, покрытый растительностью; и так далее. Различия в температуре атмосферы приводят к различиям в давлении, которое сила тяжести стремится регулировать, создавая циркуляцию.

Точный способ, которым начинается и поддерживается это распространение, пока не совсем ясен, и текущие идеи по этому вопросу трудно выразить кратким языком. Метеорологи теперь уделяют меньше внимания, чем раньше, боковому распространению на высоких уровнях воздуха, который был нагрет и расширен у поверхности земли, и внутреннему течению нижнего воздуха к нагретой области. Мы знаем, что существует начальный импульс, который стремится переместить воздух из области высокого давления в область низкого давления; но фактическое движение воздуха — это совсем другое дело. “История жизни” воздушного потока оказывается очень запутанной штукой.

Важным фактом для практических целей является то, что воздух не течет по прямой линии от места, где давление высокое, к месту, где оно низкое. Как только вода начинает

течь, она отклоняется от прямого пути в соответствии с Законом Феррела, который сформулирован следующим образом:

“В каком бы направлении ни двигалось тело по поверхности земли, из-за вращения земли возникает сила, которая отклоняет его вправо в северном полушарии и влево в южном”.

Этот закон применим ко всем телам, свободно перемещающимся по земле, а не только к ветрам.

На поверхности земли, если атмосферное давление измеряется одновременно в различных местах с помощью барометров, мы можем получить четкую картину горизонтального распределения давления, проведя на карте линии, называемые *изобарами*, через места, в которых давление идентично. Изобары указывают на наличие обширных областей, над которыми давление выше среднего, и других, над которыми оно ниже среднего. Если в то же время мы составим карту воздушного потока, указав направление ветров в различных точках, мы заметим, что воздух проявляет сильную тенденцию перемещаться *вокруг* этих областей; и если бы мы могли наблюдать его течение примерно на высоте тысячи футов над землей, мы обнаружили бы, что на этом уровне тенденция еще более выражена.

Другой важный закон, частично вытекающий из Закона Феррела и описывающий движение воздуха вокруг областей высокого и низкого давления, называется Законом Байеса Баллота. Один из способов изложения этого закона заключается в следующем:

“Если вы стоите спиной к ветру в северном полушарии, то барометр слева от вас будет ниже, чем справа. В южном полушарии все наоборот”.

Читателю, независимо от того, живет ли он в Соединенных Штатах или любой другой цивилизованной стране, не составит труда получить документальное подтверждение правильности Закона Байеса Баллота в виде ежедневных карт погоды, выпускаемых различными метеорологическими службами. На карте погоды, показывающей условия в любой точке северного полушария, можно обнаружить, что ветры (которые обозначены маленькими стрелками), хотя и подвержены множеству локальных колебаний, имеют общую тенденцию дуть в направлении, указанном стрелками часов (“по часовой стрелке”) вокруг области высокого давления, и в противоположном направлении (“против часовой стрелки”) вокруг области низкого давления. Также следует отметить, что, как правило, ветры, вместо того чтобы дуть вдоль изобар, сильно наклонены внутрь в случае области низкого давления и наружу в случае области высокого давления. Наконец, если на карте указана сила ветров в разных местах, то будет видно, что ветры сильнее всего там, где изобары расположены близко друг к другу, и слабее всего там, где они далеко друг от друга.

Для аэронавтов представляет большой интерес тот факт, что сила ветра обычно увеличивается с высотой и что на более низких уровнях полета ветры практически не имеют наклона к изобарам, если вообще имеют.

Расстояние между изобарами называется *барометрическим градиентом*. Один из общепринятых способов численного выражения градиента - указать горизонтальную разницу давления в сотых долях дюйма для интервала в пятнадцать морских миль; но метеорологи, как правило, просто описывают градиенты как “крутые”, “пологие”, “умеренные” и т.д., не указывая их числовых значений.

Если бы большая разница в температуре между экваториальной и полярной областями была единственным фактором, контролирующим атмосферную циркуляцию, между этими регионами существовал бы сильный барометрический градиент и результатом была бы простая циркуляция ветров, дующих к полюсу от экватора сверху и к экватору от полюсов у

поверхности Земли. Прежняя тенденция авторов по метеорологии и физической географии заключалась в том, чтобы рассматривать такую циркуляцию как существенный факт, хотя и измененный под влиянием вращения Земли и различных местных причин. Таким образом, возобладала идея оптового, прямого обмена воздухом между полюсами и экватором. В настоящее время мы едва ли можем поддерживать эту идею, потому что видим, что из-за больших отклонений, которым они подвергаются, основные потоки воздуха происходят примерно вдоль параллелей широты, а не вдоль меридианов долготы. В пределах тропиков общий занос нижних слоев воздуха происходит с востока (и вблизи экватора этот занос преобладает до большой высоты); в средних широтах он происходит с запада; а в приполярных регионах он снова происходит с востока. Воздух с экватора, по-видимому, действительно попадает в высокие широты, и *наоборот*, но ни быстро, ни напрямую.

Возможно, доминирующей особенностью всей циркуляции является скопление воздуха в так называемых поясах высокого давления примерно на 30° Северной и Южной широты. Из этих “поясов”, которые на самом деле разделены на отдельные области высокого давления и которые в определенной степени смещаются к северу и югу в зависимости от времени года, дуют северо—восточные и юго—восточные *пассаты*, в полном развитии которых, встречающихся только над Атлантикой и восточной частью Тихого океана, мы имеем самые замечательные “постоянные ветры” на земном шаре.

Между поясами пассатов лежит экваториальная область низкого давления, известная как “депрессивное состояние”. Это, как правило, регион слабых и переменных ветров, сильных дождей и гроз.

В умеренных зонах обоих полушарий, на обращенной к полюсу стороне вышеупомянутых поясов высокого давления, общий дрейф атмосферы вблизи поверхности Земли происходит с запада на восток. В южной зоне умеренного климата очень сильно преобладают западные ветры, особенно над обширным океанским пространством “ревущих сороковых”, где дуют неистовые “отважные западные ветры”, хорошо известные морякам. Соответствующий пояс северного полушария, который включает в себя всю территорию Соединенных Штатов, кроме самой южной, описывается как область “преобладающих западных ветров”, но это также область следов штормов, и, следовательно, в качестве локальных эпизодов общего движения атмосферы с запада на восток происходят постоянные смещения ветра во все стороны света по причинам, которые сейчас будут объяснены.

На обращенных к полюсу границах двух поясов “преобладающих западных ветров”, немного за пределами Арктического и Антарктического кругов, расположены зоны низкого давления. Давление в южном полушарии представляет собой непрерывный пояс вокруг земли и имеет самое низкое давление, какое можно найти где-либо в мире. Соответствующая субарктическая зона, летом довольно непрерывная, зимой прерывается образованием областей высокого давления над Сибирью и северной Канадой.

Постоянные ледяные щиты Гренландии и Антарктиды представляют собой области высокого давления, со спокойным воздухом внутри и сильными порывистыми ветрами на границах. На окраинах Антарктиды свирепствуют снежные бури.

Таблица на противоположной странице послужит кратким изложением изложенных выше фактов.

СЕВЕРНЫЙ ПОЛЮС

Штили и высокое давление над внутренними районами Гренландии. На границе дуют сильные ветры.

Более или менее нарушенный субарктический пояс низкого давления.

Преобладают западные направления (сильно прерываемые движущимися циклонами и антициклонами).

Пояс высокого давления примерно на 30° северной широты. "Лошадиные широты", или "затишья рака".

Северо-восточные пассаты.

Экваториальный пояс низкого давления, штилей и переменных ветров. "Депрессия".

Юго-восточный пассатный ветер.

Пояс высокого давления примерно на широте. 30° южной широты "Штиль Козерога".

Преобладают западные ветры, более постоянные, чем в северном полушарии. "Сильные западные ветры".

Субантарктический пояс очень низкого давления.

Штили и высокое давление над внутренней частью Антарктиды. Сильные порывистые ветры на ее границе.

ЮЖНЫЙ ПОЛЮС

ВЕТРОВЫЕ И НАПОРНЫЕ ПОЯСА ЗЕМНОГО ШАРА.

Огромные ветровые пояса и пояса давления на земном шаре гораздо более постоянны и четко очерчены над океанами, чем над сушей, и именно в открытом море человечество впервые различило их и дало им названия. Северо-восточные пассаты Атлантики перенесли Колумба в Новый Свет и вызвали опасения у его моряков, которые недоумевали, как они вообще смогут плыть домой вопреки им. Пояс высокого давления к северу от этих пассатов представляет собой область затиший, которую Мори назвал "затишьем рака". Этот регион или его часть также известна как "лошадиные широты", история которых заключается в том, что в старые времена мореплавания суда, груженные лошадьми, часто стояли здесь в штиле так долго, что груз приходилось выбрасывать за борт. Как само собой разумеющееся, современный прозаический этимолог отказывается принять такое происхождение названия и предлагает другие, менее живописные. Так называемые экваториальные штили, которые лежат в основном немного севернее экватора, часто называют "депрессивными явлениями", или иногда "экваториальными депрессиями", чтобы отличать их от других регионов печальных, сбивающих с толку штилей. Затоны сильно различаются по ширине, и капитаны парусных судов стараются пересекать их там, где они наиболее узкие.

Название пассатов подразумевает, что, согласно старому морскому выражению, они "дуют вразнос", то есть постоянно в одном направлении. Строго говоря, они значительно различаются по направлению в любой точке, хотя почти всегда происходят из восточного сектора, и их сила еще более изменчива. Средняя скорость атлантических пассатов составляет около одиннадцати миль в час. Учитывая предполагаемые потребности аэронавтов, представляет большой интерес тот факт, что пассаты - это довольно слабый ветер. Путем наблюдений с помощью пилотных аэростатов и других средств было обнаружено, что их вертикальная толщина колеблется от менее чем мили до двух-трех

миль. На некотором расстоянии над сделками есть ветры, дующие более или менее в противоположном направлении, известные как *встречные сделки*. Самолеты, вероятно, будут использовать пассаты при перелете из южной Европы в Карибский бассейн и встречные ветры на обратном пути в Европу.

В отличие от только что описанных постоянных или квазипостоянных ветров, существуют определенные важные ветры "периодического" типа, которые меняют свое направление в течение года или от дня к ночи. Некоторые из них также впервые стали широко известны благодаря отчетам моряков. Древнегреческие мореплаватели использовали муссоны в торговле с Индией; в то время как путешествиям Уильяма Дампира в семнадцатом веке мы обязаны одним из самых ранних и лучших описаний сухопутных и морских бризов.

Муссон - это ветер, который дует с континента в сторону моря зимой, когда суша холоднее воды, и в противоположном направлении летом, когда преобладают обратные температурные условия. Градиент давления меняется на противоположный в зависимости от времени года, и соответственно меняется ветер. Наиболее яркий пример муссонных ветров наблюдается в южной Азии, где эти ветры имеют особое экономическое значение, поскольку они контролируют количество осадков в Индии, но хорошо развитые муссоны также наблюдаются в Австралии и Западной Африке, над Каспийским морем, на побережье Техаса и в других местах.

Аналогичное изменение градиентов из-за изменения температуры над сушей с дневной на ночную является обычным явлением на берегах больших водоемов, что приводит к появлению сухопутных и морских бризов (или сухопутных и озерных бризов). Бриз дует с суши к воде ночью и в противоположном направлении днем. Эти бризы, как правило, наиболее развиты и регулярны в тропиках, и особенно на берегах, прилегающих к горам. Восточноиндийские рыбаки рано утром выходят в море с береговым бризом, а днем возвращаются домой с морским бризом. Освежающий и целебный характер морского бриза в тропическом климате принес ему прозвище "доктор".

Бризы в горах и долинах представляют собой еще один пример ветров, меняющих направление дня на противоположное. Относительно холодный и тяжелый воздух стекает с верхних склонов ночью, образуя горный бриз. Днем воздух в долине прогревается и расширяется, и поскольку он ограничен с боков стенами долины, он поднимается вверх по склонам, создавая долинный бриз. Задолго до того, как метеорологи взялись классифицировать ветры земного шара, эти горные воздушные течения привлекли внимание и приобрели местные названия. Только в Альпах мы находим десятки таких названий. Кроме того, во многих случаях бризы приобрели собственную легендарность. Так, *понтский* холодный ночной ветер, который дует из узкой долины, выходящей на равнины Роны близ города Ньон, как говорят, был принесен туда в перчатке святым Кесарием, архиепископом Арле, с целью улучшения плодородия долины! Существует небольшая причудливая книжечка о понтии, опубликованная Габриэлем Буле в 1647 году, в которой автор подробно излагает аргументы за и против чудесного происхождения этого ветра. Итальянские озера особенно богаты местными горными и долинными бризами.

В скобках можно отметить, что номенклатура ветров в целом является обширной темой из-за привычки давать индивидуальные названия ветрам, характерным для различных местностей, которая преобладала в донаучные времена и до сих пор преобладает в некоторой степени среди ненаучных людей. Из любопытства мы приводим здесь некоторые из этих имен (небольшую часть от общего числа):

Хамсин, левеше, лесте, левантер, памперо, зонда, папагайо, буран, пурга, брикфилдер, южный берстер, вилливоу, вилли-вилли, понтиас, везин, солоре, джоран, морже, ребат, водэр,

брева, тивано, ора, виспервинд, эрлервинд, ротантурвинд, жерло Монблана, жерло алуна, отан, трамонтана, грегале, имбат, ветер воздушных змеев и мусора, бад-и-сад-о-бист роз (яростный “ветер 120 дней” в Персии и Афганистане).

Автор настоящего сборника собрал несколько сотен названий местных ветров — и постоянно пополняет список.

Существует несколько других типов ветра, характерных для гор, помимо чередующихся горных и долинных бризов. Большинство из них - нисходящие ветры, или “осенние ветры”, которые могут дуть как днем, так и ночью. Таким образом, с высоких снежных полей и ледников иногда дует сильный дневной ветер. *foehn* (произносится как “папоротник”, но без *r*) - это ветер, у которого отняли большую часть влаги в результате выпадения осадков на наветренном склоне гор и который дополнительно высушивается, а также сильно нагревается при сжатии при спуске с подветренного склона. Ветры этого типа распространены в Альпах, где они были впервые описаны и названы, а их жара и засушливость привели к предположению, что они пришли через верхние слои атмосферы из далеких африканских пустынь. Теперь, когда их происхождение лучше понято, мы обнаруживаем, что фены преобладают во многих других горных странах по всему миру, включая запад Соединенных Штатов, где их называют *чинуками*. Когда зимой дует сильный ветер, снег исчезает с поразительной быстротой — не только тает, но и быстро высушивает землю, — за что он и получил название “пожиратель снега” в Америке и “*Шнеефрессер*”, что означает то же самое и немного больше в Швейцарии.

The *Бора* на Адриатике и *мистраль* на юге Франции - это ветры, которые дуют из холодных горных районов в теплые прибрежные районы, куда они приходят в виде относительно холодных ветров, несмотря на динамический нагрев, которому они подвергаются при спуске. бора иногда бывает умеренной (*борина*), а иногда и сильнейшей штормовой (*борацца*), в то время как известно, что мистраль снес железнодорожный состав с рельсов в долине Роны.

The *Метель* - это ветер, на который американцы когда-то думали, что у них почти монополия, пока сэр Дуглас Моусон не обнаружил “родину метели” на берегах антарктического континента. Настоящая снежная буря, будь то американская или антарктическая, - это сильный, очень холодный ветер, сильно нагруженный снегом. Такие ветры являются характерной чертой зимнего климата наших ближневосточных штатов. Хотя название этого ветра впервые вошло в обиход совсем недавно, в семидесятых годах прошлого века, никто не знает его происхождения. В настоящее время это название часто широко применяется к сильным снежным бурям, которые на самом деле не похожи на метель.

Сухие “горячие ветры”, которые иногда губят урожай на наших западных равнинах, являются американской антитезой снежной буре. Эти ветры принадлежат к семейству великих сирокко — название “сирокко” стало в недавнем научном употреблении общим обозначением сильных горячих ветров, сухих или влажных, в отличие от местных горячих ветров, таких как фен.

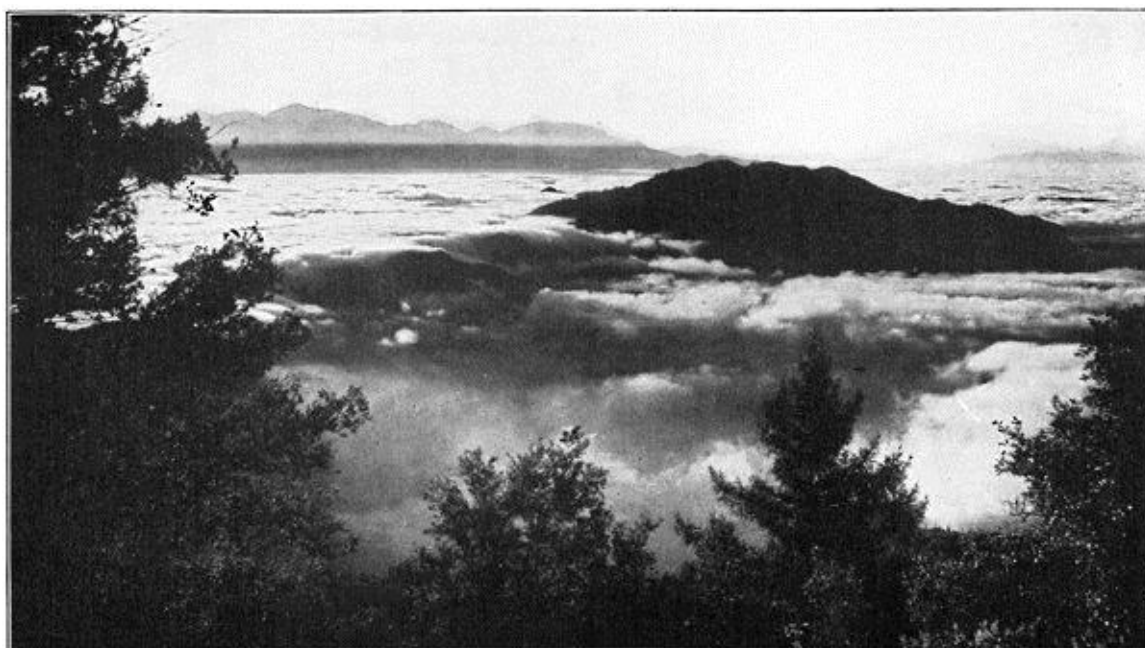
The *Харматтан* из Западной Африки - это сухой, пыльный ветер из Сахары, который кажется относительно прохладным; возможно, из-за того, что вызывает быстрое испарение с кожи. *Симум* (с окончанием *м*), особенно разновидность, дующая в южной Азии, пожалуй, самый жаркий и иссушающий из всех ветров — судя по его воздействию на животный мир.

Подавляющее большинство перечисленных выше ветров являются лишь второстепенными элементами так называемых *циклонических* и *антициклонических* ветровых систем. Возвращаясь к тому, что было сказано о картах погоды и законе Байеса

Баллота, — если читатель изучит серию карт за последовательные дни, он заметит, что области высокого и низкого давления не являются стационарными, а демонстрируют более или менее быстрое смещение, общее направление которого в наших широтах - с запада на восток. Тот факт, что в атмосфере существуют огромные движущиеся вихри, которые, в каких бы регионах они ни возникали, участвуют в общем перемещении воздуха по земному шару, известен уже около столетия и является краеугольным камнем практической метеорологии. В умеренном поясе, где эти вихри иногда имеют умеренную силу, а иногда очень штормовые, они являются главным фактором, контролирующим изменения погоды изо дня в день, и их наблюдение является основой прогнозирования погоды. В тропиках, где они гораздо реже и ограничены несколькими ограниченными регионами, это всегда сильные штормы.

Область высокого давления с сопутствующей ей системой ветров называется *антициклоном* или *высоким*. Область низкого давления с ее ветрами иногда называют *циклоном*. Слово “циклон” было изобретено Генри Пиддингтоном в 1848 году. Почти все ранние исследования циклонов проводились главным образом в интересах моряков и были связаны с сильными вращающимися штормами, встречающимися на море. Отсюда слово “циклон” перешло в общий лексикон с оттенком насилия, который в повседневной речи оно сохраняет до сих пор. Возможно, первые “циклонологи” сами с трудом осознавали, что “мягкий циклон” не является противоречием в терминах.

Метеорологи все еще настолько сильно находятся под влиянием популярной идеи “циклона”, что не решаются применять этот термин к возмущению умеренной силы, за исключением нескольких специальных фраз (таких как “внетропический циклон”), хотя прилагательное “циклонический” используется свободно, без привязки к силе ветра. Британские метеорологи говорят в основном о “депрессиях”, в то время как американские метеорологи говорят о “минимумах”. Статус последнего термина, так же как и термина “высокий”, однако, парадоксален. Хотя оба слова используются уже много лет, они почти всегда заключены в кавычки, как будто они еще не вошли в словарный запас. Бюро погоды недавно взяло за правило печатать эти слова заглавными буквами. Ни один из этих методов не будет применен в настоящей книге.



ФОТОГРАФИЯ ПРОФЕССОРА. ЭЛЛЕРМАН, НА КОТОРОЙ ВИДНЫ ОБЛАКА ИЛИ ТУМАН, НИСПАДАЮЩИЕ КАСКАДОМ ЧЕРЕЗ КАНЬОН ЛАСТ-ФОРК В КАНЬОН САНТА-АНИТА. (*Письмо Ф. А. Карпентера от 29 мая 1919 г.*)

Тропические циклоны называются “ураганами” в Вест-Индии и Южной части Тихого океана, “тайфунами” у восточного побережья Азии, “багио” на Филиппинах и “циклонами” в Индийских морях. Они образуются во время депрессий и обычно проходят долгий, стремительный путь, изгибаясь на запад и к полюсу, а иногда заходя в умеренные зоны, где они либо вымирают, либо увеличиваются в размерах, уменьшаются в силе и становятся похожими на штормы, зарождающиеся в более высоких широтах. Одна из любопытных особенностей, которую они часто проявляют в тропиках, - это центр спокойствия в “эпицентре бури”, на который ссылается Теннисон, когда пишет о взрыве (неизвестном метеорологам), приведшем в движение корабль

Через мирное сердце вихря,

И к встречному шторму, и через него.

Эти циклоны являются самыми сильными из всех штормов, встречающихся на море, и также оказывают свое разрушительное воздействие на острова и вдоль континентальных побережий. Самые большие бедствия, сопровождавшие их, были вызваны затоплением низменных берегов огромными волнами, которые они порождали, как во время Галвестонских ураганов 1900 и 1915 годов и в гораздо более страшных катастрофах, которые время от времени обрушивались на побережье Индии. Ураганы в Вест-Индии происходят в основном с августа по октябрь включительно. Их количество варьируется от одного до дюжины в год (в среднем четыре).



Авторское право, Юинг Гэллоуэй

СИЛЬНЫЙ ЛИВЕНЬ В РАЙОНЕ СИДАР-БРЭЙКС, штат ЮТА

Снимок, сделанный с края каньона.

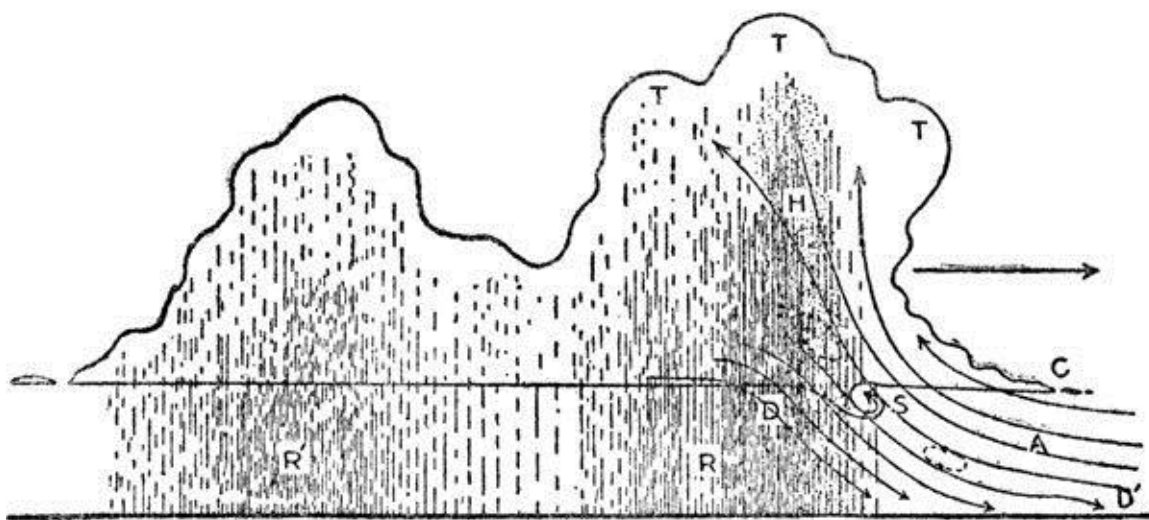
На обширных территориях северной умеренной зоны максимумы и минимумы имеют тенденцию проходить по типичным трассам, расположение которых сильно меняется в зависимости от сезона. Один из самых примечательных фактов о низменностях Северной Америки заключается в том, что, откуда бы они ни происходили, будь то с северо-запада Канады, запада Соединенных Штатов или Вест-Индии, они почти всегда покидают континент через залив Святого Лаврентия или северо-восточный угол этой страны. Наши североамериканские минимумы проходят со средней скоростью 600 миль в день. Максимумы проходят несколько медленнее; в среднем по этой стране около 540 миль в день.

А *торнадо* - это небольшой вихрь в атмосфере, возникающий обычно в юго-восточной части циклонической зоны, где в некоторых случаях одновременно развивается несколько отдельных торнадо. Торнадо, по какой-то не совсем ясной причине, гораздо чаще встречается во внутренних районах Северной Америки, к востоку от Скалистых гор, чем где-

либо еще в мире, хотя настоящие торнадо случаются и в других странах. Западноафриканские штормы, носящие это название, - это просто шквалы грома, сильно отличающиеся от американского торнадо. Главной видимой особенностью торнадо является так называемое воронкообразное облако (иногда в форме воздушного шара или, опять же, похожее на огромную извивающуюся змею), которое всегда соприкасается с землей, когда происходит разрушение. Прохождение шторма сопровождается громким ревом или грохотом. Ширина пути торнадо варьируется от нескольких метров до полумили или (редко) больше. В пределах его границ здания разносятся на куски, деревья вырываются с корнем, и люди находят безопасность только под землей; в то время как даже на расстоянии нескольких ярдов от тропинки никакого ущерба не наносится. Торнадо движется со средней скоростью около двадцати пяти миль в час. Судя по производимым эффектам, его скорость вращения в некоторых случаях достигает 500 миль в час; сила ветра намного превышает силу шторма любого другого типа.

Смерчи, которые возникают в океане и других крупных водоемах, похожи по характеру на торнадо, хотя и гораздо менее сильны. Их высота колеблется от 100 до 1000 ярдов и более. Один из них, недавно измеренный британским пароходом "*Военный отшельник*" близ мыса Коморин, достиг высоты 4600 футов до основания вышележащего облака. Столб сужался от 500 футов в ширину на стыке с облаком до 150 футов в ширину у моря. Брызги поднимались на высоту более 800 футов над областью диаметром 250 футов.

Грозы случаются главным образом в странах с теплым климатом и в теплое время года в странах с умеренным климатом, но они отнюдь не редкость в полярных регионах. Они характеризуются быстро растущими воздушными потоками, которые могут быть либо случайными из-за низкой циркуляции, либо из-за локального перегрева нижних слоев атмосферы. В первом случае они называются "циклоническими грозами", а во втором - "тепловыми грозами". Однако это лишь приблизительная классификация. Некоторые грозы обладают признаками обоих этих типов, и, с другой стороны, многие авторитетные источники выделяют дополнительные классы. Это обычное явление для грозовых условий, которые, начавшись в какой-нибудь небольшой местности, распространяются по стране со скоростью, возможно, тридцать или сорок миль в час, в то же время распространяясь веером, пока фронт шторма не достигнет сотен миль в длину. Этот фронт представляет собой "линейный шквал" (названный так из-за длинной линии или видимой арки темных облаков, которая отмечает его местоположение) и сопровождается большим или меньшим количеством грома и молний, но не обязательно является непрерывной грозой. Характерный ветер грозы - это шквал, который налетает перед бурей, когда находится совсем близко. Этот порыв ветра, молния, град и проливной дождь - все это разрушительные факторы при сильных грозах.



ИДЕАЛЬНОЕ ПОПЕРЕЧНОЕ СЕЧЕНИЕ ТИПИЧНОЙ ГРОЗЫ

A, восходящий воздух; *D*, нисходящий воздух; *C*, штормовой воротник; *D'*, порыв ветра; *H*, град; *T*, грозовые тучи; *R*, первичный дождь; *R'*, вторичный дождь. (У. Дж. Хамфриз.)

Что касается ветров земного шара в целом и связанных с ними замечательных атмосферных изменений, сэръ Нейпир Шоу пишет:

“Из миллионов тонн воздуха, образующих атмосферу, почти вся находится в движении. Области затишья на поверхности в любой момент времени, взятые все вместе, не составляют большей части земной поверхности, а над поверхностью спокойные области встречаются еще реже. Давайте помнить, что движение воздуха - это всегда "циркуляция"; воздух не может двигаться вперед или назад, вверх или вниз, не вытесняя другой воздух перед собой и не замещаясь другим воздухом позади себя, хотя циркуляция может быть довольно локальной и ограниченной по степени, как это часто бывает, когда теплый воздух поднимается или холодный опускается. В ходе исследований истории развития приземных воздушных течений в Метеорологическом управлении мы проследили за воздухом на больших участках поверхности Атлантики. Однажды мы обнаружили, что берега Гренландии подпитываются воздухом, который покинул середину Атлантики четырьмя днями ранее, в то время как в течение шести дней воздух шел со Шпицбергена, чтобы присоединиться к северо-восточному пассату у западного побережья Африки. В другом случае воздух, сформировавший ветер с юга Ирландии, был прослежен до севера Африки, но тот, который подул при открытии Ла-Манша двумя днями позже, пришел из Гудзонова залива через Азорские острова”.

Таковы постоянно меняющиеся течения воздушного океана.

ГЛАВА IX

АТМОСФЕРНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Каждый школьник читал, как Бенджамин Франклин с помощью своего знаменитого эксперимента с воздушным змеем продемонстрировал электрическую природу молнии и как тот же разносторонний гений изобрел громоотвод. Здесь не предлагается повторять знакомую историю. Мы также не будем обсуждать часто выдвигаемые сомнительные утверждения о том, что громоотводы были известны до Франклина, или рассматривать, насколько велика заслуга многих философов, которые в более ранние периоды подозревали, что молния является проявлением электричества. Факты и идеи, касающиеся атмосферного электричества, которые мы должны представить в этой главе, были по большей части совершенно неизвестны Франклину и многим поколениям ученых после него, и некоторые из них только сейчас попадают в учебники.

Наука все еще признает существование двух видов электричества — положительного и отрицательного, — которые, комбинируясь, нейтрализуют действие друг друга. Однако, согласно современным представлениям, более активным фактором в электрических явлениях является отрицательное электричество, которое, как полагают, состоит из чрезвычайно мельчайших частиц, называемых *электронами*.

Всего несколько лет назад самой маленькой вещью, с которой науке приходилось иметь дело, был атом, а самый легкий из атомов - водород. Открытие электронов знаменует собой новый шаг к бесконечно малому. Масса электрона — или, в более популярных и менее точных терминах, его масса — составляет примерно $1/1800$ массы атома водорода. Что касается его размера: представьте себе бильярдный шар, увеличенный до размеров земли. Составляющие его атомы были бы размером с бильярдные шары, но электроны, из которых состоит каждый атом, все равно были бы слишком малы, чтобы их можно было увидеть невооруженным глазом. Теперь представьте, что каждый из этих атомов бильярдного шара увеличен до размеров большой церкви. Тогда электроны были бы примерно такими же большими, как одна из точек на этой странице.

Когда мы говорим, что тело обладает электрическим зарядом, мы имеем в виду, что оно обладает *избытком* положительного или отрицательного электричества. Обычная молекула атмосферного газа содержит (или, возможно, на самом деле состоит из) равные количества двух видов электричества и поэтому не заряжена. Существуют, однако, различные способы, с помощью которых электрон может быть отделен от такой молекулы, оставляя ее положительно заряженной; и снова она может получить дополнительный электрон и, таким образом, приобрести отрицательный заряд. При первых обстоятельствах он становится *положительным ионом*, а при последних - *отрицательным ионом*. Ионы играют очень важную роль как носители электричества, поскольку они вынуждены двигаться к противоположно заряженным телам или частицам и соединяться с ними. Говорят, что газ, содержащий ионы, *ионизирован*; и именно ионизация атмосферы делает его проводником электричества.

Количество ионов в данном объеме воздуха было предметом множества измерений, как в обсерваториях на суше, так и в ходе научных экспедиций на море. Существуют хитроумные приборы, называемые “счетчиками ионов”, в которых воздух с измеренной скоростью всасывается через аппарат и регистрируются его электрические эффекты. Количество положительных ионов, обнаруживаемых в кубическом сантиметре нижних слоев атмосферы, варьируется от нескольких сотен до тысячи и более, в то время как количество отрицательных ионов в том же пространстве обычно на одну-две сотни меньше. Ионизация над океаном примерно такая же, как и над сушей.

Существует несколько способов ионизации воздуха. Все различные лучи, испускаемые радиоактивными веществами (альфа-, бета- и гамма-лучи), обладают способностью вытеснять электроны из молекул газов, то есть ионизировать их. Воздух, несомненно, ионизируется радиоактивными веществами в почве (радий и торий) и особенно газообразными “эманациями” этих веществ в атмосфере, которые также радиоактивны. Однако учет ионизации над океаном был проблемой, поскольку количество радиоактивного вещества в морской воде неизмеримо мало, в то время как количество радиоактивных выбросов в морском воздухе составляет, согласно последним наблюдениям, лишь около 2,5% от того, что происходит над сушей.

Ключ к этой тайне, по-видимому, кроется в особом виде гамма-лучей, исходящих из какой-то области, расположенной далеко над поверхностью Земли. Эти лучи называются “проникающим излучением”, потому что они не только способны, подобно гамма-лучам, выделяемым радиоактивными веществами на земле, проходить сквозь стенки герметично закрытых металлических сосудов и ионизировать воздух внутри, но они также обладают способностью проходить через большую часть атмосферы, не поглощаясь. По оценкам, они примерно в десять раз более “проникающие”, чем гамма-лучи, исходящие от известных земных веществ. Лучшим доказательством того, что излучение такого рода исходит сверху, является то, что, когда закрытые металлические сосуды поднимаются на воздушных шарах, на высоте около полумили происходит быстрое увеличение скорости образования в них ионов. Что касается источника этого излучения, то одно из предположений состояло в том, что оно исходит от сильно радиоактивной космической пыли в верхних слоях атмосферы. Гипотеза, которая в настоящее время кажется более правдоподобной, связывает это с бомбардировкой атмосферы электронами, вылетевшими с солнца.

Знание об ионах в атмосфере - одно из недавних достижений науки. С другой стороны, уже несколькими поколениями было известно, что земля обычно имеет отрицательный заряд по сравнению с воздухом, или воздух имеет положительный заряд по сравнению с землей. Таким образом, между землей и любой точкой в воздухе (за исключением, как мы теперь знаем, больших высот) существует разница в том, что называется “потенциалом”, такого характера, что отрицательное электричество будет следовать по любому предусмотренному для него проводнику вдали от земли. Изменения потенциала с высотой уже давно измеряются с помощью приборов, называемых “коллекторами”, которые собирают, так сказать, образец электрического заряда воздуха в любой точке и позволяют сравнить его с электрическим зарядом земли. Разница потенциалов измеряется в вольтах на метр расстояния по вертикали. Таким образом, мы получаем “градиент потенциала”, который в среднем составляет около 150 вольт на метр в самой нижней части атмосферы. Она подвержена большим нерегулярным колебаниям, особенно во время гроз, а также несколько регулярным подъемам и опусканиям в течение каждого дня и годовым колебаниям, которые зимой намного больше, чем летом.

Также уже много лет известно, что воздух является проводником электричества — хотя и плохим — и, следовательно, не изолирует землю. Доктор В. Ф. Г. Суонн выразил чрезвычайно малую проводящую способность воздуха к электричеству в утверждении, что его столб длиной в один дюйм оказывает такое же сопротивление прохождению электрического тока, как медный кабель того же поперечного сечения длиной в тридцать тысяч миллионов миллионов миль!

Факт, который, как стало известно совсем недавно из наблюдений с воздушных шаров, заключается в том, что градиент потенциала быстро падает на больших уровнях и становится практически нулевым на высоте около шести миль. Из этого факта делается вывод, что нижние шесть миль атмосферы содержат заряд положительного электричества, точно равный отрицательному заряду на поверхности земли. Другими словами, нижние слои атмосферы не только положительны по отношению к земле, но и в абсолютном смысле содержат избыток положительного электричества.

Таким образом, мы имеем отрицательно заряженную землю, окруженную слоем положительно заряженного воздуха. Поскольку воздух является проводником, нелегко понять, почему противоположные заряды земли и атмосферы не объединяются и не нейтрализуют друг друга. Фактически, между ними всегда происходит обмен; отрицательные ионы устремляются вверх от земли, а положительные - в противоположном направлении. Этот "поток земля-воздух", однако, чрезвычайно мал. Более того, несмотря на это, противоположные заряды земли и воздуха сохраняются из года в год.

Как земля сохраняет свой отрицательный заряд, а воздух - положительный? Ни один другой вопрос, касающийся атмосферного электричества, в последние годы не обсуждался так широко, как этот. В центре обсуждения, как правило, отрицательный заряд земли; поскольку есть определенные причины предполагать, что, когда это будет объяснено, положительный заряд атмосферы не потребует специального объяснения.

Одна из гипотез состоит в том, что земля подвергается бомбардировке положительными и отрицательными частицами Солнца, и что отрицательные частицы обладают такой проникающей способностью, что способны достигать земли, в то время как положительные частицы улавливаются атмосферой. Другая гипотеза (Суонна) состоит в том, что то же самое "проникающее излучение", которое, как мы видели, помогает ионизировать нижние слои атмосферы, приводит к тому, что поток электронов, оторванных от молекул воздуха, направляется вниз, поддерживая таким образом постоянную подачу отрицательного электричества на землю. Этот вопрос еще не решен.

Теперь пришло время перейти от этих несколько заумных вопросов к предмету, представляющему всеобщий интерес, а именно к молнии. Всего несколько десятилетий назад, хотя уже существовала обширная литература на тему молнии, на самом деле о ней было известно очень мало. Даже его поверхностные черты были поразительно неправильно поняты до появления фотографических методов исследования. Таким образом, до середины девятнадцатого века резко зигзагообразные вспышки молний изображались в научных книгах так же, как они до сих пор изображаются в традиционном искусстве. То, что так называемая зигзагообразная молния на самом деле извилистая, впервые было заявлено Джеймсом Нэсмитом в 1856 году, и вскоре его утверждение было подтверждено фотографией. Камера показала большое количество других интересных вещей о молнии.

Все замечали появление мерцания при вспышках молний, которые имеют ощутимую продолжительность. Несколько ранних исследователей, таких как Араго, Дав и О. Н. Руд, пришли к выводу, что такие вспышки являются множественными, состоящими из нескольких последовательных разрядов по одинаковому пути. Грубые измерения интервалов времени между этими разрядами производились с помощью вращающихся

дисков различных форм. Гораздо более точную информацию по этому вопросу теперь можно получить с помощью камеры, установленной на вертикальной оси и поворачиваемой по широкой дуге с фиксированной скоростью с помощью часового механизма. Совершенством этого устройства отчасти обязан А. Ларсену из Америки, но особенно доктору Б. Уолтеру из Гамбурга, чьи достижения в фотографировании молний намного превосходят достижения любого другого исследователя.

Очевидно, что если разряд молнии происходит не мгновенно, а имеет разумную продолжительность, вращательное движение камеры, выполненное так, как только что упомянуто, распределит изображение вспышки на фотопластинке в более или менее широкую полосу или ленту. Большинство фотографий похожих на ленты полос молнии, сделанных обычными камерами, на самом деле сделаны из-за случайных движений аппарата во время экспозиции — таких, как непроизвольное вздрагивание оператора, если камеру держат в руках, — хотя иногда определенное размытие изображения вызвано тем, что фотографы называют “ореолом”. Снимки, сделанные вращающейся камерой, показывают, что некоторые вспышки практически мгновенны, в то время как другие могут длиться полсекунды и более. Лампы последнего класса почти всегда показывают несколько параллельных потоков света, более или менее отчетливо разделенных более темными промежутками. Каждый из этих ярких потоков представляет собой отдельный разряд на общем пути. Поскольку скорость, с которой поворачивается камера, известна, можно определить интервалы времени между разрядами многократной вспышки. Эти интервалы могут варьироваться от нескольких тысячных до одной или двух десятых секунды, в то время как продолжительность каждого из последовательных разрядов, вероятно, в большинстве случаев составляет не более двух-трех сотых секунды. Иногда траектория вспышки молнии смещается ветром во время съемки. В одном случае это смещение оценивалось в 36 футов.

Фотография также применяется для определения расстояния до вспышки молнии и, следовательно, размеров любого из ее элементов. Для этой цели используется стереоскопический метод, когда две камеры устанавливаются рядом и экспонируются одновременно. Иногда одну из камер заставляют вращаться, в то время как другая остается неподвижной. Затем стационарная камера покажет относительное положение вспышек, возникающих во время экспозиции, в то время как движущаяся камера укажет время, в которое они произошли.

Полосы “черных молний” и черные границы белых вспышек, которые часто можно увидеть на фотографиях, являются трюком камеры и обусловлены так называемым “эффектом Клейдена”. Некоторые виды пластин гораздо более восприимчивы к этому эффекту, чем другие. Когда вспышка молнии запечатлевает свой отпечаток на такой пластинке и перед закрытием затвора происходит еще одна вспышка, общее освещение поля светом, отраженным от облаков и т.д., Часто “переворачивает” исходное изображение, и, следовательно, оно печатается черным.

“Поверхностная молния” представляет собой рассеянное свечение по небу. Когда летними вечерами на горизонте можно увидеть молнию такого характера, при отсутствии слышимой грозы, ее часто называют “тепловой молнией”. Большинство грозовых разрядов, вероятно, являются простым отражением обычных полосатых молний, расположенных ниже горизонта или скрытых облаками. Однако некоторые авторитетные источники полагают, что рассеянные, бесшумные разряды действительно происходят в облаках. Воздухоплаватели утверждают, что сталкивались с такими разрядами поблизости. Аналогичным явлением является свечение так называемых “раскаленных добела” или самосветящихся облаков, на которое обратили внимание несколько наблюдателей. О

замечательном явлении, в чем-то похожем по характеру, сообщил доктор Кноше, покойный директор чилийской метеорологической службы, который утверждает, что оно происходит в огромных масштабах вдоль гребня Анд в теплое время года. Горы, кажется, действуют как гигантские громоотводы, порождая более или менее непрерывные рассеянные разряды между собой и облаками, со случайными вспышками, имитирующими лучи огромного прожектора. Эти дисплеи видны за сотни миль в море. О чем-то похожем на эту так называемую “андскую молнию” время от времени сообщалось из других горных регионов, включая горы Вирджинии и Северной Каролины.

“Бисерные” молнии и “ракетные” молнии столь же редки, сколь и интересны. Первый напоминает нитку светящихся бусин, в то время как второй представляет собой полосатую молнию, которая взмывает в воздух примерно с кажущейся скоростью стремительного полета.

“Шаровая молния” принимает форму огненной массы (не всегда шаровидной), которая обычно совершенно целенаправленно движется по воздуху или по земле и во многих случаях исчезает с сильным взрывом. Это происходит как внутри зданий, так и на открытом воздухе.

Для того, чтобы электрический разряд мог преодолеть сопротивление воздуха по траекториям такой длины, какие обычно наблюдаются, в атмосфере во время грозы должны существовать огромные различия потенциалов. То, как возникают такие условия, было предметом огромного количества спекуляций. Общепринятое в настоящее время объяснение было предложено в 1909 году английским физиком и метеорологом доктором Джорджем Симпсоном. Эта гипотеза основана на факте, хорошо подтвержденном лабораторными экспериментами, что при разрушении капель воды происходит отделение положительного электричества от отрицательного; другими словами, образуются как положительные, так и отрицательные ионы. В ходе этого процесса капли становятся положительно заряженными, то есть они удерживают большее количество положительных ионов, чем отрицательных, причем последние высвобождаются в воздухе. Таким образом, высвобождается примерно в три раза больше отрицательных, чем положительных ионов.

Итак, гроза сопровождается сильными восходящими движениями воздуха; настолько сильными, что мелкие капли не могут упасть на землю, в то время как крупные капли, которые были бы достаточно тяжелыми, чтобы пройти через такие восходящие потоки, если бы могли сохранить свою целостность, разбиваются порывом воздуха и уносятся ввысь, где они имеют тенденцию накапливаться, рекомбинировать и падать снова. Этот процесс может повторяться много раз, так что положительный заряд капель постоянно увеличивается, и в то же время отрицательные ионы высвобождаются и уносятся восходящим воздухом в верхнюю часть облаков. Здесь они соединяются с частицами облака и придают им сильный отрицательный заряд. Таким образом, в конечном итоге образуется сильно заряженный положительный слой облака между сильно заряженным отрицательным слоем вверху и отрицательно заряженной землей внизу. Когда вызванная таким образом разница потенциалов становится достаточно большой, происходят разрушительные разряды электричества, и они могут происходить либо между верхним и нижним слоями облаков, либо между облаками и землей, или, иногда, между двумя разными облаками.

Вероятно, наиболее частыми вспышками молний являются те, которые происходят в пределах одного грозового облака и не достигают земли. Однако часто случается, что отрицательно заряженный верхний слой облака либо переносится очень высоко, либо уносится ветром, и тогда возникающие разряды будут происходить в основном между облаком и землей. Такие условия, вероятно, будут преобладать в случае циклонических

гроз, при которых часто наблюдается большая разница в направлении и силе ветра на разных уровнях. С другой стороны, тепловые грозы обычно возникают при слабом общем ветре на всех уровнях, и вполне вероятно, что такие штормы относительно свободны от выбросов из облаков на землю. Похоже, здесь мы получаем объяснение парадокса, заключающегося в том, что тропические грозы, которые почти всегда нециклонического типа, хотя и известны своей силой, в целом безвредны.

Из сказанного выше не следует делать вывод, что загадка вспышки молнии теперь полностью разрешена. Это далеко не так. Совершенно непонятно, как электрический разряд может преодолеть сопротивление воздуха на пути длиной в милю или более, как это обычно происходит во время грозы. Ранее было авторитетно заявлено, что разница потенциалов, необходимая для создания такой вспышки, составила бы более 5 000 000 000 вольт. Недавно были приведены определенные факты, показывающие, что нет необходимости предполагать столь большие различия в потенциале. Фотографии искр, производимых электрическими машинами, сделанные движущейся камерой, показывают, что такие искры начинаются с небольших разрядов, которые постепенно ионизируют воздух и, таким образом, создают проводящий путь для полного разряда. Нечто подобное может происходить в атмосфере. Полосы воздуха, уже сильно ионизированного, и более или менее непрерывные слои дождя также помогли бы обеспечить проводники для разряда. Если молния действительно прокладывает свой путь несколько постепенно, этот процесс в определенных случаях может быть настолько медленным, что объясняет преднамеренное движение ракетной молнии, а также, возможно, дает ключ к до сих пор неразгаданной тайне шаровой молнии. Хамфриз предварительно предположил, что все подлинные случаи шаровой молнии представляют собой "остановленные удары молнии"; то есть разряды молнии, которые прекратили или почти прекратили свое распространение в воздухе.

Что касается видимости молнии, Хамфриз говорит в своей "Физике воздуха":

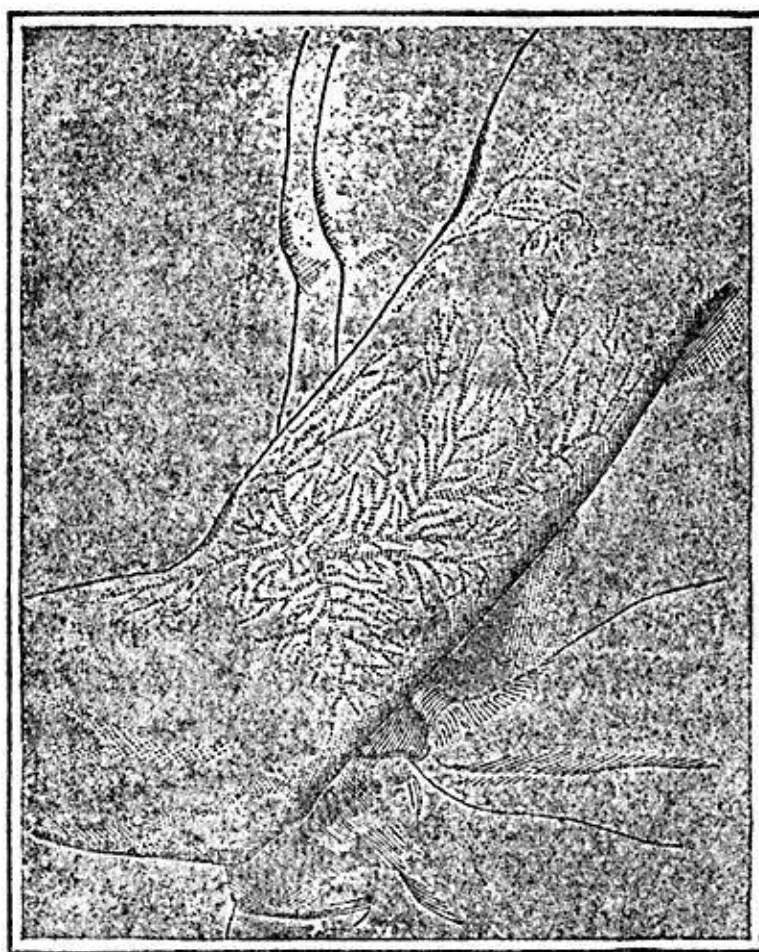
"Точно неизвестно, каким образом разряд молнии придает светящуюся атмосферу, через которую он проходит. Это должно сильно нагревать воздушный тракт, и это действительно так, но никому еще не удавалось обычным нагревом придать светящийся вид ни кислороду, ни азоту. Следовательно, кажется почти несомненным, что свет от вспышек молнии обязан своим происхождением чему-то иному, кроме высокой температуры, вероятно, внутренним атомным возмущениям, вызванным быстро движущимися электронами разряда, и ионной рекомбинации".

Было предпринято несколько попыток измерить силу тока при разряде молнии. Многие вещества намагничиваются, когда поблизости от них возникает электрический разряд, и Ф. Покельс указал, что когда базальтовая порода намагничивается таким образом, величина магнетизма является показателем наибольшей силы тока, которому она подвергалась. Покелс исследовал образцы базальта с вершины горы Симоне в Апеннинах, где удары молнии обычное дело, и обнаружил, что многие из них более или менее намагничены. Он также обнажил блоки базальта рядом с ответвлением громоотводного стержня в том же регионе. Таким образом, он получил значения силы тока при грозовых разрядах в диапазоне от 11 000 до 20 000 ампер. Хамфриз, исходя из сокрушительного воздействия удара молнии на полый громоотвод, вычислил силу тока в рассматриваемом случае равной примерно 90 000 ампер.

Эффекты молнии настолько разнообразны, что потребовалась бы целая книга, чтобы описать их все. Ее звуковые эффекты обсуждаются в нашей главе об атмосферной акустике. Его химическое воздействие заключается главным образом в образовании оксидов азота, озона и, вероятно, аммиака из компонентов атмосферы по пути выброса, и эти вещества, либо непосредственно, либо после дополнительных сочетаний в атмосфере, вносят вклад в

плодородие почвы. Молния иногда проделывает отверстия глубиной в несколько футов в песчаном грунте и расплавляет материал на своем пути, образуя стекловидные трубки, известные как *фульгуриты*. Подобные отверстия просверлены в твердой породе.

Разрушительное действие молнии обусловлено главным образом теплом, выделяемым при прохождении электрического тока по плохому проводнику. Когда в пораженном предмете присутствует влага, ее внезапное превращение в пар вызывает взрывные эффекты, наблюдаемые при ломке деревьев, срывании одежды с человеческого тела и т.д. Любопытным проделкам молнии почти нет конца — иногда катастрофическим, иногда комичным, а иногда и доброжелательным, например, когда люди, страдающие ревматизмом, после того, как были сбиты с ног и временно оглушены ударом молнии, обнаруживают, что полностью излечились от своей болезни! Хорошо известная книга Камиля Фламариона, переведенная на английский язык под названием “Гром и молния”, почти полностью посвящена этим странностям удара молнии.



ОТПЕЧАТОК МОЛНИИ НА РУКЕ МАЛЬЧИКА, ПОРАЖЕННОГО МОЛНИЕЙ БЛИЗ ДАНСА,
ШОТЛАНДИЯ, В 1883 ГОДУ

Взято с фотографии, сделанной через несколько часов после аварии. Из "Ланцета".

Существует очень распространенное поверье, что молния иногда оставляет на теле человека фотографическое изображение деревьев или других объектов ландшафта. Разветвленные розовые отметины, известные как “отпечатки молнии”, часто обнаруживаемые на коже людей, пораженных молнией, однако, ни в коем случае не

являются фотографическими, а представляют собой просто повреждения, вызванные прохождением через ткани разветвленного электрического разряда.

Хамфриз предлагает несколько практических советов относительно опасности, исходящей от молнии, а именно:

“Как правило, во время грозы безопаснее находиться в помещении, чем на улице, особенно если в доме хорошо заземленная металлическая крыша или правильно установленная система громоотводов. На открытом воздухе гораздо лучше находиться в долине, чем на гребне холма, и всегда опасно укрываться под отдельно стоящим деревом — чем выше дерево, при прочих равных условиях, тем больше опасность. Исключительно высокое дерево опасно даже в лесу. Некоторые разновидности деревьев, по-видимому, чаще поражаются, пропорционально их численности и подверженности воздействию, чем другие, но ни одно дерево не застраховано от этого. В целом, однако, наиболее подвержены поражению деревья, которые имеют либо разветвленную корневую систему, как у саранчи, либо глубокие стержневые корни, как у сосны, по той очевидной причине, что они лучше всего заземлены и, следовательно, в целом обладают наименьшим электрическим сопротивлением.

“Если кому-то приходится находиться на улице и подвергаться сильной грозе, желательно, что касается опасности от молнии, промокнуть насквозь, потому что мокрая одежда гораздо лучше проводит влагу, а сухая хуже, чем человеческое тело. В крайних случаях может быть даже целесообразно лечь плашмя на влажную землю. В случае тяжелого шока следует предпринять попытку реанимации с помощью постоянного искусственного дыхания и предотвращения озноба.

“Контур местности является важным фактором при определении относительной опасности от молнии, потому что вероятность разряда между облаком и землей, единственного опасного вида, несколько меняется обратно пропорционально расстоянию между ними. Следовательно, грозы более опасны в горных районах, по крайней мере, в более высоких частях, чем над равнинной местностью. Также очевидно, что для любого данного региона, чем ниже облачность, тем больше опасность. Следовательно, высокая степень влажности благоприятствует опасному шторму, отчасти потому, что облака будут формироваться на более низком уровне, а отчасти потому, что осадков и, вероятно, следовательно, вырабатываемой электроэнергии будет в избытке. Следовательно, зимняя гроза также из-за обычно более низкой облачности, вероятно, будет более опасной, чем столь же сильная летняя”.

Подсчитано, что общий имущественный ущерб от удара молнии в Соединенных Штатах составляет около 8 000 000 долларов в год, а число пострадавших - около 1500 человек, из которых треть погибает. Девять десятых этих несчастных случаев происходят в сельской местности.

Громоотводы не предотвращают удар молнии и, как иногда утверждается, не притягивают молнию к зданиям. Они просто обеспечивают хорошие проводники, по которым удар молнии может достичь земли, не причинив вреда, и, в очень умеренных пределах, определяют путь разряда. Хотя существует много нерешенных вопросов относительно теории громоотводов и деталей конструкции, на их общую полезность красноречиво указывают статистические данные, показывающие сравнительный объем ущерба, наносимого молнией зданиям со стержневыми и без стержневых элементов. По данным Бюро стандартов Соединенных Штатов, информация, собранная в этой стране, показывает, что “если брать стержни в том виде, в каком они используются в установках общего назначения, они снижают опасность возгорания от молнии на 80-90% в случае жилых домов и на целых 99% в случае сараев”. То же бюро в своей ценной публикации

“Защита жизни и имущества от молнии” (Вашингтон, 1915) дает ответы на множество вопросов, которые постоянно задают о громоотводах.

Здания с металлическими крышами и каркасами, соединенными с землей, как правило, хорошо защищены от молнии (за исключением неметаллических дымоходов) без стержней.

Во время настоящих гроз, а также в другое время, когда в атмосфере наблюдаются высокие градиенты потенциала, иногда наблюдаются светящиеся электрические разряды более или менее непрерывного характера в форме небольших струй и языков пламени, главным образом от заостренных предметов, включая громоотводы, мачты и рангоуты судов, углы крыш и т.д. Они идентичны по характеру “щеточным” разрядам, или неполным искрам, производимым электрическими машинами. Они сопровождаются шипением или потрескиванием. Их яркость сравнительно слабая, и по этой причине их гораздо чаще наблюдают ночью, чем днем. Они особенно распространены во время снежных бурь.

Это явление известно как *огонь Святого Эльма* или *корпозанты* (не говоря уже о множестве других названий, древних и современных). Как видно в море, корпуса иногда принимают форму одного или двух звездообразных объектов на концах мачт или реевых рычагов, но иногда рангоуты, такелаж и другие части корабля подсвечиваются большим количеством неподвижных или движущихся языков пламени, создавая странное зрелище. Однако лучшие примеры корпозантов наблюдаются в высокогорьях, и это явление было тщательно изучено в некоторых горных обсерваториях, таких как на Бен-Невисе и Зоннблике.

О его появлении на Бен-Невисе Ангус Рэнкин пишет: “Чаще всего он проявляется в виде световых шапок на концах громоотводов, но иногда он проявляется в виде струй пламени, исходящих от всех предметов на вершине башни и из кожуха кухонного дымохода, который поднимается с крыши на некотором расстоянии от башни. Эти струи иногда достигают от 4 до 6 дюймов в длину и издают своеобразный шипящий звук. Во время очень яркого показа волосы наблюдателя, шляпа, карандаш и т.д. пылают “огнем”, но, за исключением легкого покалывания в голове и руках, он не испытывает от этого никаких неудобств. В таких случаях, если поднять палку над головой, на ее верхнем конце будут видны струи электрического света. Единственным недостатком для того, чтобы наблюдать его с пользой, является неприятный характер погоды, в которой он появляется, а именно ослепляющий дождь из снега и града и шквалистый ветер, наносящий большие сугробы”. Рэнкин записывает, что иногда его *слышали* днем, когда его свет был невидим. Было замечено, что демонстрация огня Святого Эльма на площади Зоннблик длится целых восемь часов.

Ни одно светящееся электрическое явление не является более красивым или, на первый взгляд, более загадочным, чем *полярное сияние*, широко известное в северном полушарии как “северное сияние”. Это явление связано с прохождением электрических разрядов через разреженные газы верхних слоев атмосферы, и в настоящее время, по-видимому, бесспорно установлено, что разряды вызваны корпускулами или излучениями какого-либо вида, испускаемыми солнцем.

В большинстве отчетов о полярном сиянии описываются типичные проявления, которые оно принимает при наблюдении из одного места на поверхности земли, но мало что говорится, если вообще что-либо, о форме явления в целом или о его положении в пространстве. Здесь мы будем следовать другому плану и попросим читателя, прежде всего, представить себя наблюдающим полярное сияние с точки, удаленной от нашей планеты на несколько тысяч миль.

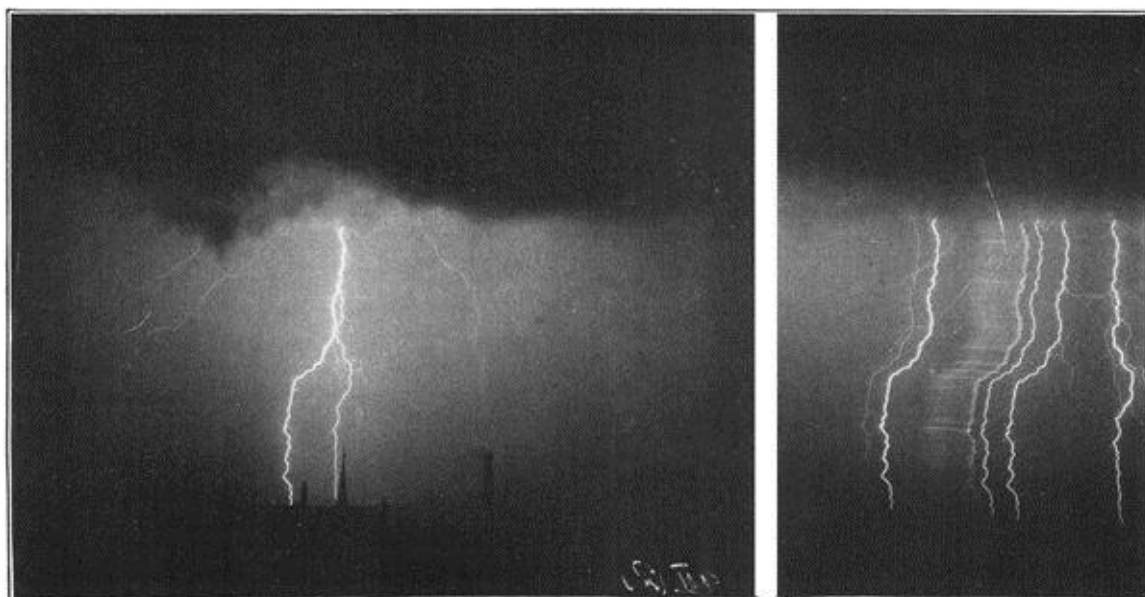
Вышеупомянутое солнечное излучение, будучи достаточно интенсивным, создает в верхних слоях атмосферы свечение, подобное тому, которое наблюдается в вакуумной

трубке, когда через нее проходит электрический разряд. С нашей наблюдательной точки в открытом космосе мы заметим, что это свечение распространяется не по всему земному шару, а образует два кольца, которые окружают полярные области обоих полушарий, хотя ни географический, ни магнитный полюса не лежат в их центрах. Кольца не уходят в нижние слои атмосферы, а висят примерно в 60 милях над поверхностью Земли.

Причина такого разделения полярных сияний в высоких широтах заключается в том, что земля является сильным магнитом, а магниты обладают способностью отклонять электрический разряд в непосредственной близости от себя. Явление, очень напоминающее две полярные сияния Земли, было создано в небольшом масштабе покойным профессором Кр. Биркеланд из Христиании, который намагничивал металлический шар и позволял электрическому разряду воздействовать на него в вакууме. Поверхность шара была покрыта фосфоресцирующим веществом, которое светилось под разрядом двумя кольцами, примерно соответствующими кольцам полярного сияния. В обоих случаях разряд следует за так называемыми магнитными "силовыми линиями". Наша земля, как и другие магниты, окружена такими линиями и пронизана ими. В любой точке земли направление соседних силовых линий показано опускающейся стрелкой, которая принимает положение, параллельное им. На магнитном полюсе стрелка указывает прямо вверх и вниз, и повсюду в высоких широтах она имеет положение, не сильно наклоненное к вертикали, в то время как в низких широтах она более или менее горизонтальна.

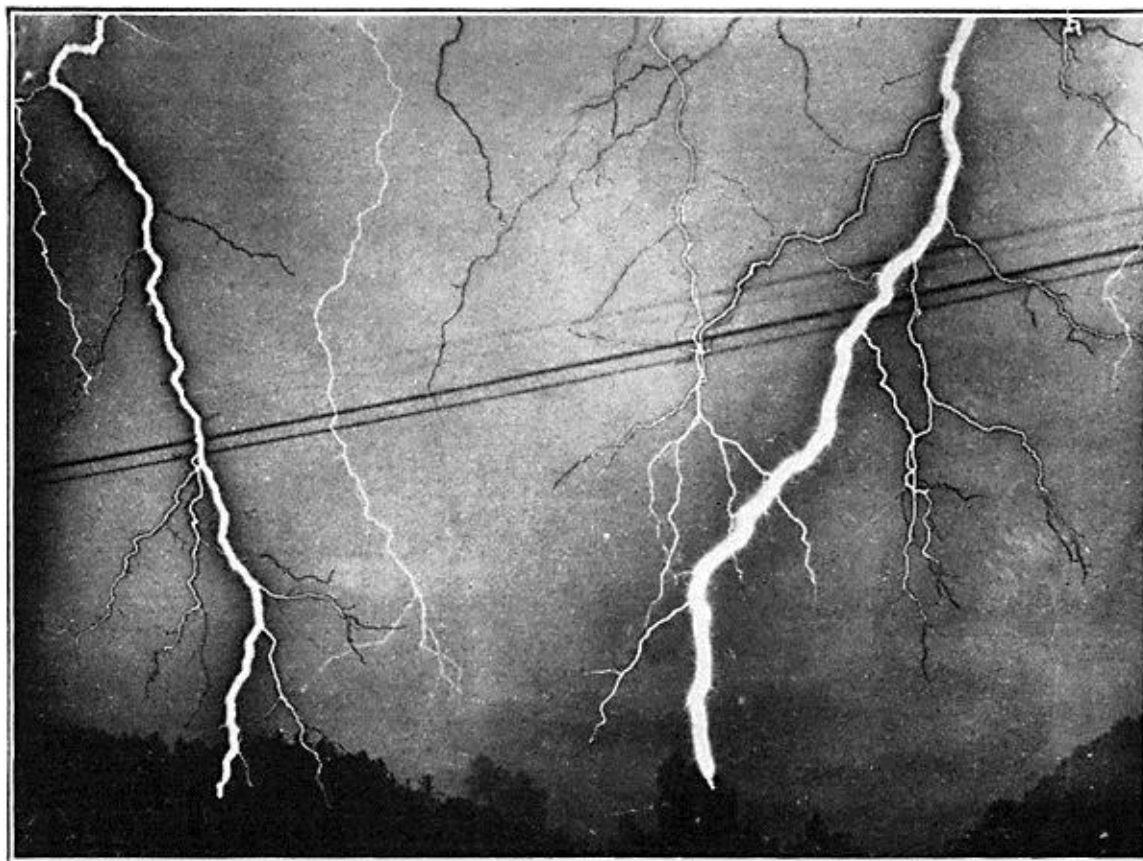
Если теперь, для простоты, мы ограничим наше внимание северным полушарием и представим, что мы следим за нашими часами месяцами и годами подряд, мы обнаружим, что большую часть времени кольца не видно; в другое время может быть небольшое или неполное кольцо; а иногда появляется очень широкое, бросающееся в глаза кольцо, простирающееся так далеко на юг, что покрывает северную часть Соединенных Штатов и большую часть Европы. Очевидно, что излучение солнца, вызывающее полярные сияния, сильно различается по силе, и это соответствует тому, что мы знаем о солнечной активности в целом.

Далее давайте подробнее рассмотрим кольцо, будь то из космоса или с поверхности Земли. Мы обнаружим, что он состоит, по крайней мере частично, из множества светящихся лучей, направленных в пространство и претерпевающих быстрые изменения в положении и форме. Эти лучи, которые действительно выделяют потоки выбросов в верхних слоях воздуха, следуют силовым линиям. В высоких широтах они почти вертикальны по отношению к подстилающей поверхности земли. Даже в Соединенных Штатах (когда полярное сияние простирается так далеко на юг) они гораздо ближе к вертикали, чем к горизонтали. Погружная игла покажет в любом месте, как они должны стоять.

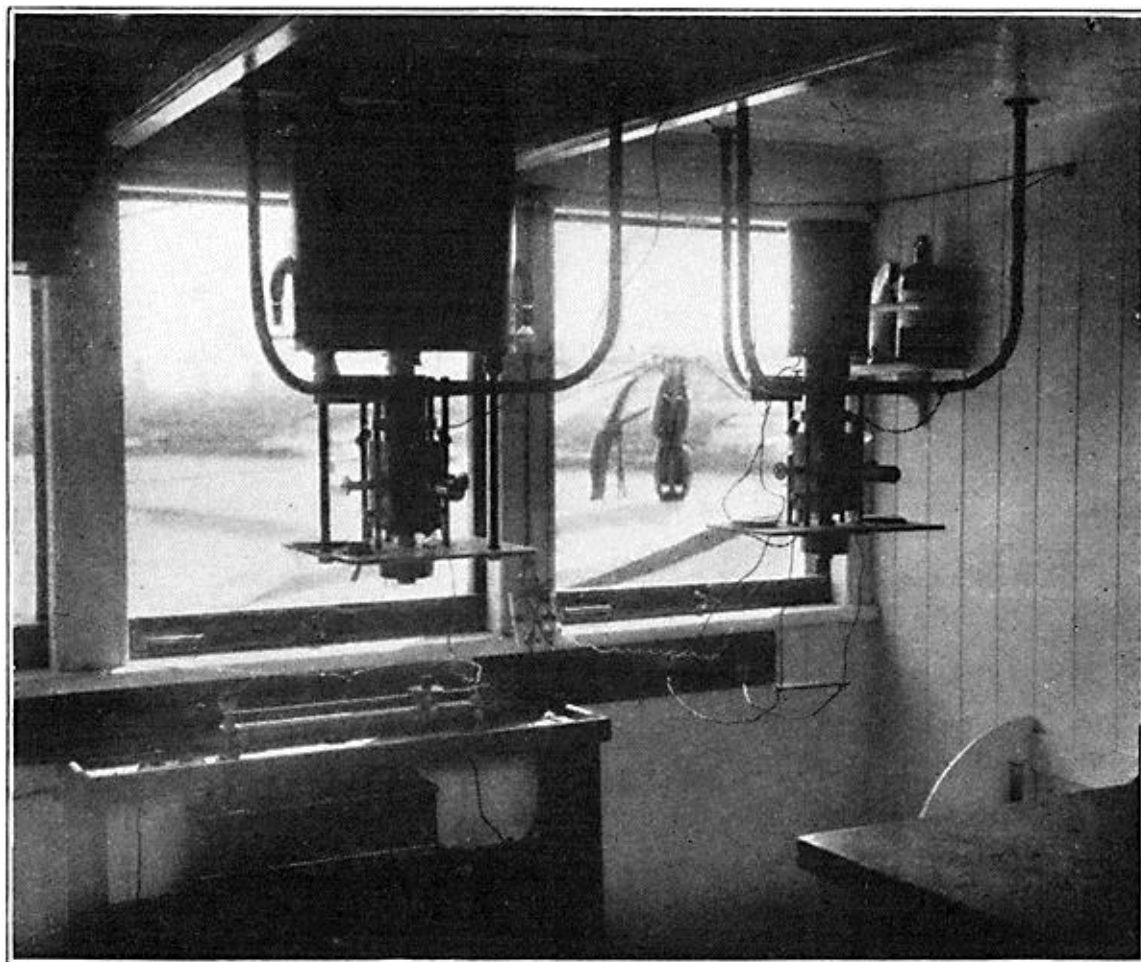


ФОТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МОЛНИИ. Этот двойной снимок был сделан доктором Б. Вальтером из Гамбурга, ведущим экспертом в области фотографии молний. Снимок слева был сделан стационарной камерой. На фотографии справа, сделанной одновременно вращающейся камерой, видно, что одна из основных вспышек (та, что справа) была единичной, а другая - многократной.

Из любой удаленной точки на поверхности Земли, как к северу, так и к югу от нее, видимая часть кольца полярных сияний имеет вид дуги поперек горизонта. Исследователи Арктики, находящиеся далеко за Полярным кругом, видят эту арку к югу от себя. В наших широтах она охватывает северный горизонт. Отдельные лучи или серпантинны могут быть различимы или нет, в зависимости от яркости разряда или его удаленности от точки наблюдения. Комбинации балок образуют так называемые "драпировки".



ФОТОГРАФИЯ МОЛНИИ, НА КОТОРОЙ ВИДНЫ “ЧЕРНЫЕ” ВСПЫШКИ. (*график Ф. Эллермана.*)



ПРИБОРЫ АТМОСФЕРНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА НА БОРТУ “КАРНЕГИ”. Слева: аппарат проникающего излучения. Справа: аппарат активного наполнения. Ниже: Устройство для подачи потенциалов на электроскопы и ионизационные камеры, (Институт Карнеги.)

Иногда, во времена большой солнечной активности, часть кольца фактически накрывает наши Северные Штаты, и тогда полярное сияние становится великолепным зрелищем в этой части света. Все небо может быть заполнено движущимися серпантинами, вдоль которых распространяются быстрые пульсации света, так что это явление убедительно указывает на то, чем оно является на самом деле — мощным электрическим разрядом, проходящим через атмосферу из космоса. Когда наблюдатель таким образом окружен лучами, с точки зрения перспективы кажется, что они сходятся к точке к югу от зенита, где образуют красивую *корону* или *венец*. Положение этого венца зависит от наклона балок, которые, как уже объяснялось, повторяют силовые линии.

Яркое полярное сияние всегда сопровождается колебаниями магнитной стрелки, которая движется хаотично, так что на компасы больше нельзя положиться. В то же время существуют сильные “земные токи”, которые мешают работе телеграфных линий.

Наблюдения с помощью спектроскопа, по-видимому, показывают, что свет полярных сияний в основном обусловлен светящимся азотом, хотя наиболее заметную линию в спектре полярных сияний иногда относят к неизвестному атмосферному газу. Некоторые авторитетные источники полагают, что различные цвета, наблюдаемые при ярких полярных сияниях, включая красный, зеленый и желтый, зависят от различной скорости электрического разряда. Эксперименты с вакуумными трубками показывают, что азот, в

частности, сильно меняет цвет при изменении скорости разряда. Еще одним интересным открытием спектроскопа является то, что, по-видимому, в небе всегда и во всех частях света наблюдается слабое полярное сияние, так называемое "постоянное полярное сияние"

Фотография с большим успехом использовалась при изучении полярных сияний, особенно норвежскими физиками Стермером, Вегардом и Крөгнесом. Одновременные фотографии одной детали делаются из двух точек, расположенных на расстоянии нескольких миль друг от друга, на фоне звезд. Видимое положение деталей полярного сияния среди звезд на двух снимках будет отличаться, и их сравнение позволяет определить фактическое положение полярного сияния в пространстве. Для получения серий снимков также использовался замедленный кинематограф. Измерения этих наблюдателей показывают, что основание полярного сияния обычно находится на высоте от 60 до 70 миль над землей с сильной тенденцией принимать определенное местоположение на высоте около 61 или 67 миль. Его верхние границы четко не определены, но он был сфотографирован на высоте более 300 миль. Ранее наблюдатели сообщали, что видели полярное сияние на высотах всего в несколько миль и даже у поверхности земли, но недавние власти склонны дискредитировать эти наблюдения.

Еще одно явление атмосферного электричества требует краткого упоминания, а именно электрические волны, которые создают беспорядочные помехи, известные операторам беспроволочного телеграфа как "случайные" или "статические помехи". Шум случайных помех, слышимый в приемнике беспроводной связи, описывается как "звук, подобный градинам, бьющимся о лист жести", или "короткое шипение из паровой трубы", или "периодические выбросы угля в желоб". Еще один характерный звук - резкий "щелчок". Изучение бездомных животных проводилось во всемирном масштабе комитетом Британской ассоциации содействия развитию науки, но их природа еще не до конца изучена. Некоторые заблудшие, несомненно, происходят из-за близких или отдаленных разрядов молнии, и для оповещения о приближении грозы использовались специальные виды беспроводных устройств, известные как "грозовые регистраторы" или "цераунографы". С другой стороны, бродячие птицы, по-видимому, часто не имеют никакой связи с грозами, и их основное происхождение в настоящее время ищут в электрических возмущениях в верхних слоях атмосферы, возможно, аналогичных тем, которые вызывают полярное сияние, и, как и в случае с полярным сиянием, имеют своим конечным источником солнце.

ГЛАВА X

АТМОСФЕРНАЯ ОПТИКА

Скурицей, когда мы смотрим в небо в безоблачный день, мы видим сплошной покров, преобладающий цвет которого - синий. Этот полог представляет собой вуаль, скрывающую звездное воинство за его пределами, и на первый взгляд его присутствие кажется несовместимым с тем фактом, что воздух является прозрачной средой. Ночью мы видим звезды через ту же промежуточную атмосферу. Почему днем они скрыты от нашего взора? Ответ на этот вопрос, возможно, лучше всего прояснить с помощью простого эксперимента. Поместите зажженную свечу за простыню, повешенную поперек комнаты, не освещенной другими способами. Пламя свечи будет отчетливо видно сквозь простыню. Затем пусть комната будет ярко освещена, скажем, электрическим светом или дневным светом. Теперь свечу больше не видно сквозь простыню из-за яркого освещения последней по сравнению со слабым светом свечи.

В атмосфере аналог нашего слоя представляет собой слой мельчайших частиц глубиной в несколько миль, которые днем освещаются солнцем. Некоторые частицы представляют собой крошечные пылинки, другие - мелкие капельки воды или кусочки льда, а остальные - молекулы самих атмосферных газов. Именно свет, исходящий от этих частиц, делает наши глаза нечувствительными к более слабому свету звезд и превращает само небо в видимый светящийся свод.

Далее, почему ясное небо обычно голубого цвета, а не какого-либо другого? Чтобы ответить на этот вопрос, мы должны вспомнить тот факт, что солнечный свет состоит из эфирных волн самых разных размеров. В сочетании эти волны создают у наших глаз ощущение белого света. Когда они разделяются, как при прохождении через призму, самые маленькие волны — или, говоря более техническим языком, колебания с наименьшей длиной волны — регистрируют ощущение фиолетового цвета, а самые большие или длинные волны - красного. Вся последовательность цветов проходит в следующем порядке: фиолетовый, индиго, синий, зеленый, желтый, оранжевый и красный (легко фиксируется в памяти с помощью слова VIBGYOR, образованного из начальных букв этих слов).

Теперь прохождению солнечного света через атмосферу в определенной степени препятствуют не только взвешенные частицы пыли, но и молекулы воздуха. Давайте сначала рассмотрим влияние молекул воздуха и мельчайших частиц пыли, размер которых ненамного превышает молекулярный. Эти крошечные объекты по-разному воздействуют на световые волны разной длины. Они мало беспокоят самые длинные волны, точно так же, как обычные волны в воде, например, мало подвержены влиянию плавающей пробки. Самые короткие волны настолько малы по сравнению с размером препятствий, что они рассеиваются ими, подобно тому, как крошечная рябь на воде может быть разбита плавающей пробкой. Именно этот рассеянный свет с короткой длиной волны придает небу его цвет. Большая часть фиолетового и индиго света теряется при дальнейшем рассеянии до того, как он достигает земли, оставляя преобладание голубого в небе, каким мы его видим.

Когда в воздухе содержится значительное количество взвешенных частиц, более крупных, чем рассмотренные выше, — будь то в виде твердой пыли, кристаллов льда или крошечных капелек воды, — они отражают свет всех длин волн, и небо выглядит белым или сероватым.

Из-за действия атмосферных частиц по отфильтровыванию более коротких световых волн, как только что описано, солнечный свет становится относительно насыщенным красным и оранжевым при прохождении через воздух. Когда солнце стоит высоко, путь солнечных лучей к земле короткий, и на цвет их света это влияет незначительно. Однако ближе ко времени восхода и захода солнца солнечный свет поступает к нам через гораздо больший объем воздуха, и процесс фильтрации становится гораздо более эффективным. Следовательно, солнечный свет одновременно ослабевает и краснеет, когда солнце приближается к горизонту. Рассеянный свет неба вокруг солнца фильтруется таким же образом и поэтому обычно бывает красным, когда солнце находится низко.

Серое закатное небо после ясного дня связано с наличием в воздухе капель воды и указывает на условия, благоприятные для дождя, поскольку, если только воздух не был насыщен до значительной высоты, сравнительно теплое солнечное сияние во второй половине дня способствовало бы испарению, а не конденсации влаги. Серое восходящее небо имеет, как правило, прямо противоположное значение. Это часто указывает на присутствие в воздухе капель воды, образующихся на частицах пыли в течение ночи наподобие росы, потому что верхний воздух был *достаточно*, чтобы пыль могла быстро излучаться. Эти капли будут быстро испарены восходящим солнцем, а общая сухость атмосферы не будет способствовать дальнейшей конденсации. Таким образом, оправдываются несколько известных погодных пословиц, например:

Красный вечер и серый утро

Помогите путешественнику в его пути;

Вечерний серый и утренний красный

Обрушьте дождь на его голову.

С восходом и заходом солнца связано много других интересных оптических явлений, включая, прежде всего, утренние и вечерние сумерки. Когда солнце или любое другое небесное тело находится лишь немного ниже ясного горизонта, оно все еще видно из-за изгиба его лучей атмосферой. Этот эффект подъема, известный как *астрономическая рефракция*, составляет около половины градуса (на горизонте), что примерно эквивалентно видимому диаметру солнца или Луны. Вечером, когда солнце опускается все ниже за горизонт, единственный дневной свет, который доходит до нас, - это отраженный от верхних слоев атмосферы, которые все еще освещены. Это называется сумерками, и они длятся до тех пор, пока солнце не опустится примерно на 18 градусов ниже горизонта, когда наступает полная темнота. Период в целом иногда называют *астрономическими сумерками*, в отличие от более короткого периода, известного как *гражданские сумерки*, в течение которого достаточно света для занятий на свежем воздухе; последний длится от захода солнца до тех пор, пока солнце не опустится примерно на 6 градусов ниже горизонта. Утренние сумерки чаще называют "рассветом".

Интересная последовательность световых и цветовых эффектов наблюдается до и после захода солнца и, в обратном положении и порядке, около восхода солнца. Рассматриваем только закат: После того, как солнце скрылось из виду, вдоль западного горизонта видна

широкая полоса золотистого света, называемая *ярким сегментом*. Над этим, на западе неба, появляется более или менее круглое пространство розового свечения, известное как *фиолетовый свет*. На востоке неба после захода солнца из-за горизонта неуклонно поднимается так называемый *темный сегмент*, представляющий собой голубую или пепельную тень земли на небе. Сверху он окаймлен розовой или пурпурной *противосветовой аркой*. С течением времени фиолетовый свет на западе, после некоторого увеличения яркости, наконец опускается за ярким сегментом; в то время как на востоке восходящий темный сегмент вторгается в арку против света и, наконец, стирает ее. Иногда, в ясную погоду, наблюдается более слабое повторение этих огней и цветов (*второй фиолетовый свет* и т.д.).

Среди Альп и других заснеженных гор эти явления заката и восхода солнца принимают особенно красивую форму, известную как *Альпийское свечение*. В хорошую погоду, незадолго до захода солнца, вершины на востоке начинают приобретать красноватый или золотистый оттенок. Это постепенно угасает, но через несколько минут, когда солнце находится немного ниже горизонта наблюдателя, но сами вершины все еще залиты прямыми солнечными лучами, интенсивное красное свечение, начинающееся по склонам, перемещается вверх, к вершинам. Это идентично противосветовой арке, описанной выше. В настоящее время это свечение сменяется пепельным оттенком, поскольку вершины погружены в восходящую тень земли (темный сегмент). Их скалы и снега приобретают багровый вид, метко описанный жителями Шамони, откуда рассматриваемые явления хорошо видны на вершине Монблана, называемой *тентом кадаверез*. В обычную погоду темнота сменяется без каких-либо дальнейших заметных явлений, но иногда происходит замечательное обновление розового свечения на вершинах, известное как *перекрашивание* или *послесвечение*. В Шамони это называют “возрождением Монблана”. Послесвечение объяснялось по-разному, но, вероятно, оно связано, по крайней мере, в основном, с отражением фиолетового света на западе неба. Иногда это длится до часа после захода солнца и проходит снизу вверх. В очень редких случаях наблюдается второе послесвечение, предположительно являющееся отражением второго фиолетового света, упомянутого выше. Подобные явления часто наблюдаются в обратном порядке на восходе солнца.

Красивое явление, наблюдаемое в основном ближе к вечеру и ранним утром, состоит из лучей света, исходящих от солнца, технически известных как *сумеречные лучи*. Лучи становятся видимыми из-за присутствия большого количества пыли или капель воды в атмосфере, а промежуточные темные пространства представляют собой тени облаков. Когда солнце находится над горизонтом и лучи направлены вниз, это явление в народе описывается как “солнце, собирающее воду” и рассматривается как признак дождя. Моряки называют эти лучи “опорами солнца”, и у них есть несколько других названий, основанных на легендах, связанных с ними в разных частях света. После захода солнца или перед восходом солнца веерообразный сноп лучей часто простирается вверх от западного или восточного горизонта соответственно. Гомеровское выражение “заря с розовыми пальцами”, вероятно, относится к этому явлению. Во всех случаях кажущееся расхождение этих лучей является эффектом перспективы, поскольку на самом деле они параллельны. Более редким явлением являются *противоскольные лучи*, которые, по-видимому, сходятся к точке, противоположной солнцу. В этом случае лучи и тени проецируются полностью по небу, но их траектории очень редко можно проследить в верхней части неба, потому что в этом направлении линия обзора наблюдателя проходит через сравнительно небольшой участок пылевой атмосферы.

Аналогичное явление наблюдается в тенях, которые близлежащие изолированные горные вершины часто отбрасывают на небо напротив солнца на восходе и закате. Путешественники описывали такие тени, отбрасываемые пиком Адама на Цейлоне, пиком

Пайка в Скалистых горах и Фудзиямой в Японии. Говорят, что это явление особенно поразительно в полярных регионах, где воздух часто сильно насыщен частицами льда.

Еще одно оптическое явление восхода и захода солнца, которое требует упоминания здесь, кажется, сравнительно мало известно ненаучной публике, несмотря на тот факт, что оно послужило темой и названием увлекательного романа Жюль Верна. Условия, необходимые для его появления, - это чистая и устойчивая атмосфера и резко очерченный горизонт, такой как у океана. В тот момент, когда солнце появляется или исчезает, и когда над горизонтом виден лишь очень небольшой сегмент его диска, кажется, что эта часть окрашена в ярко-изумрудно-зеленый цвет, иногда переходящий в синий. Это временное явление известно как *зеленая вспышка*. Лучше всего это объясняется разной степенью преломления лучей разной длины, приходящих к нам от солнца. Эффект преломления при увеличении изображения солнца в целом вблизи горизонта уже упоминался. Этот эффект немного сильнее для зеленых и синих лучей, чем для оранжевых и красных. Это еще более заметно для фиолетовых и индиго лучей, но они в основном отсеиваются от солнечных лучей при их длительном прохождении через атмосферу, когда солнце находится низко. Следовательно, по верхнему краю изображения солнца имеется узкая зеленая или голубая кайма, которая, однако, незаметна, за исключением тех случаев, когда между глазом и ярким изображением солнца установлен экран. Резкий горизонт создает такой экран. В телескоп при подходящей погоде можно увидеть зеленую вспышку, а также соответствующую "красную вспышку" на нижнем краю солнца, поместив непрозрачную диафрагму в фокальную плоскость объектива. Другое объяснение зеленой вспышки, которое, однако, могло бы объяснить ее появление только на закате, а не на восходе солнца, заключается в том, что это физиологический эффект; глаз, утомленный красными и желтыми тонами, преобладающими в свете заходящего солнца, видит "остаточное изображение" дополнительного оттенка сразу после исчезновения реального изображения.

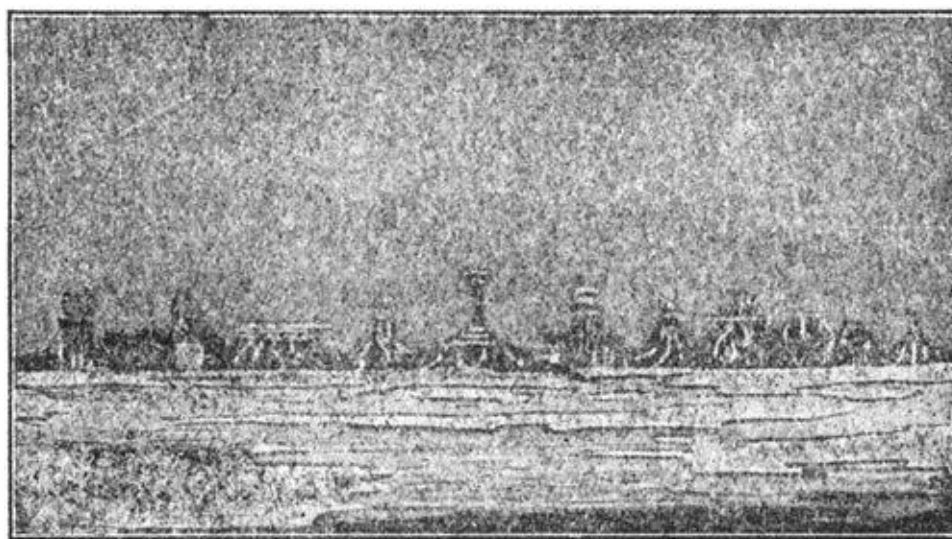
Теперь мы обратимся к группе явлений, также обусловленных атмосферной рефракцией, которая включает в себя некоторые из самых причудливых оптических иллюзий. Простейшее из этих явлений состоит в незначительном кажущемся возвышении всех объектов в окружающем ландшафте за счет *земной рефракции*, которая в принципе идентична астрономической рефракции и зависит от разницы в плотности и, следовательно, преломляющей способности воздуха на разных уровнях над землей.

Обычно плотность воздуха уменьшается почти с одинаковой скоростью с увеличением высоты. Однако иногда это изменение плотности сильно модифицируется локальным воздействием температуры. Над холодной поверхностью суши или воды прилегающий воздух может быть аномально плотным, что приводит к необычайно быстрому уменьшению плотности с высотой. Над раскаленной поверхностью, как в случае с пустыней под сильным солнечным светом, прилегающий воздух может стать настолько разреженным, что на определенном расстоянии вверх плотность фактически увеличивается с подъемом, а не наоборот. Лучи света, приходящие к нам от удаленных объектов, искривляются в разных направлениях и в разной степени из-за этих аномалий плотности атмосферы. Видимое положение таких объектов зависит от угла, под которым исходящие от них световые лучи попадают в глаз наблюдателя. Иногда объекты кажутся поднятыми намного выше своего истинного положения (явление, известное как *нависание*), а иногда вдавленными намного ниже их; и иногда локальные неравномерности плотности воздуха создают странно искаженные изображения этих объектов.

Большинство этих странных эффектов известны под общим названием *мираж*. Существует множество разновидностей. Существует "мираж в пустыне", впервые получивший известность благодаря опыту солдат Наполеона в Египте. Существуют миражи,

которые приостанавливают изображения удаленных объектов в небе; иногда перевернутые, иногда прямой стороной вверх. Существует боковой мираж, который иногда можно увидеть, когда смотришь вдоль нагретой стены или утеса. Наконец, существуют сложные перемещения и искажения объектов, известные как *Фата-Моргана*— название, первоначально применявшееся к явлению такого рода, видимому в редких случаях в Мессинском проливе, но теперь широко используемое для аналогичных явлений в других частях света. Некоторые из лучших примеров Фата-Морганы можно увидеть в полярных регионах.

В фильме "Мираж в пустыне" изображение нижней части неба опускается на землю и имитирует вид воды, в то время как изображения наземных объектов, также вдавленные и перевернутые миражом, выглядят как отражения тех же объектов на поверхности жидкости. Хамфриз говорит: "Этот тип миражей очень распространен на западном побережье Большого Соленого озера. Действительно, приближаясь к этому озеру с запада, часто можно увидеть железную дорогу, по которой он только что проехал, которая, по-видимому, исчезает под мерцающей поверхностью. Это также распространено на улицах с гладким покрытием, при условии, что глаза находятся чуть выше уровня улицы ". Сбивающие с толку и затемняющие эффекты пустынного миража были проиллюстрированы во время боевых действий между британцами и турками в Месопотамии в апреле 1917 года, когда, согласно отчету генерала Мод, сражение пришлось приостановить из-за одного из этих оптических помех.



ФАТА - МОРГАНА НА ПОБЕРЕЖЬЕ ГРЕНЛАНДИИ

(По рисунку Скорсби)

Сильные вертикальные контрасты температуры воздуха, которые наблюдаются в полярных регионах, приводят ко многим замечательным примерам миражей. Фотографии и описания тех, что наблюдал столетие назад у берегов Гренландии капитан Уильям Скорсби-младший, стали классическими. Недавним эпизодом, связанным с mirage, была экспедиция, отправленная на север в 1913 году для исследования "Земли Крокера", которую, как полагал Пири, он видел с возвышенности на Земле Гранта в 1906 году и которая какое-то время фигурировала на всех картах Арктики. Более поздние исследователи не обнаружили земли в указанном месте, но они наблюдали тот же самый мираж, который Пири принял за далекие холмы и горы.

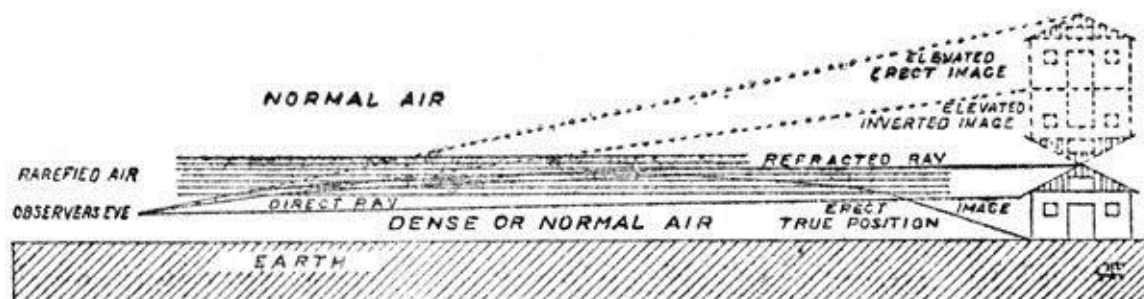
Воздушные потоки различной плотности вызывают, благодаря своему различному воздействию на атмосферную рефракцию, мерцание звезд, а также далеких земных огней. Мерцание гораздо более сильное у горизонта, чем у зенита, и в одни ночи более выражено, чем в другие. Мерцание воздуха над нагретыми поверхностями и "кипение" небесных объектов, наблюдаемое в телескоп, являются аналогичными явлениями.



НИЗШИЙ МИРАЖ

(Из журнала Американского музея. Рисунок Честера А. Ридса.)

На открытом воздухе, когда слой теплого разреженного воздуха возникает в результате контакта с нагретой землей или теплой водой, занимая положение ниже более холодного и плотного обычного воздуха, можно увидеть два изображения удаленного объекта — одно перевернутое под другим. Это "низший мираж", объясняющий внешний вид деревьев и их отражения, которые преследуют путешественника по пустыне в надежде на воду.



ПРЕВОСХОДНЫЙ МИРАЖ

(Из журнала Американского музея. Рисунок Честера А. Ридса.)

Когда зона теплого разреженного воздуха зажата между нормальным воздухом вверху и более холодным воздухом внизу, можно увидеть "высший мираж" удаленных объектов. Получаются три изображения, одно над другим, среднее перевернуто.

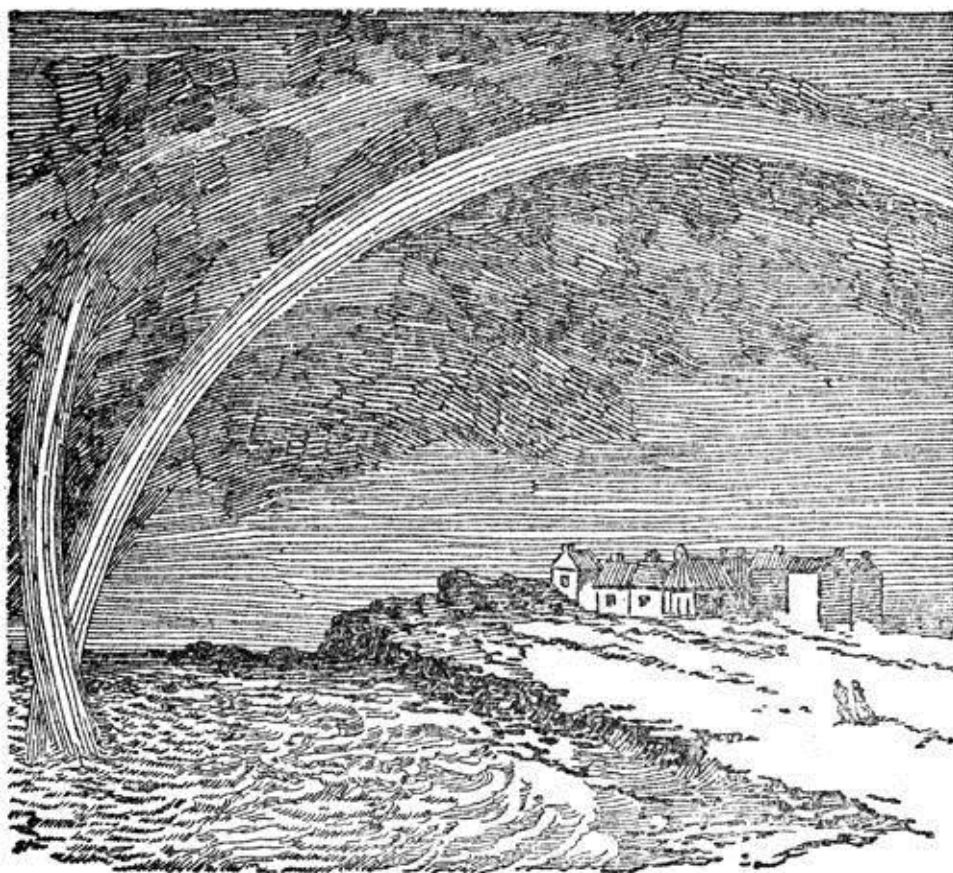
В явлениях преломления, которые мы до сих пор рассматривали, воздух является средой, в которой световые лучи искривляются и искажаются. При создании радуги свет преломляется, рассеивается (разделение спектральных цветов) и отражается, проходя через капли воды в атмосфере, особенно падающие капли дождя.

За радугой, возможно, потому, что это такое обычное зрелище, редко наблюдают с пристальным вниманием. Поэтому мало кто осознает, что существует множество разновидностей этого прекрасного метеорита, и распространены различные ошибочные представления о нем. Радуга всегда видна в части неба, противоположной солнцу — или луне, в случае лунной радуги, — и находится высоко в небесах, когда светило находится низко, и низко, когда светило находится высоко. Обычно виден менее чем полукруг носа, и

никогда не более, за исключением возвышения. (Аэронавты иногда видят полный круг.) Внешняя кайма банта красная, а внутренняя синяя или фиолетовая. Вопреки распространенному мнению и утверждениям, иногда встречающимся в справочниках, почти никогда невозможно различить все семь спектральных цветов радуги; обычный предел - четыре или пять.

Обычная или *первичная радуга* имеет радиус около 42 градусов по внешнему краю. Очень часто можно увидеть *вторичную* радугу, концентрическую с первичной дугой и имеющую радиус около 50 градусов. Вторичный более тусклый, чем первичный, и его цвета расположены в противоположном порядке — красный внутри и фиолетовый снаружи. Дополнительные цветные полосы, в основном красные и зеленые, часто можно обнаружить рядом с внутренним краем первичной дуги и, реже, вдоль внешнего края вторичной дуги. Они известны как *нештатные луки*. Пространство между главной и второстепенной луками несколько темнее, чем остальная часть неба.

Обычные радуги сильно различаются между собой количеством и чистотой своих цветов, шириной полос и т.д., Эти различия зависят, в частности, от размера дождевых капель. Мельчайшие капли тумана иногда образуют бант, почти лишенный цвета, — “белую радугу”, или “туманный бант”. Радуги, создаваемые Луной, обычно слабо окрашены из-за относительной слабости света, но более яркие лунные радуги часто окрашены очень отчетливо.



ПЕРЕСЕКАЮЩИЕСЯ РАДУГИ

(По эскизу Т. Ходжа. Любезно предоставлено Scientific American.)

Отраженные радуги иногда видны на водной глади; и опять же, изображение солнца, отраженное такой поверхностью, может приводить к возникновению как первичной, так и вторичной радуг на небе, которые, по-видимому, пересекаются с теми, которые создаются непосредственно солнцем. Горизонтальный слой воды, находящийся ниже уровня глаз наблюдателя, иногда создает так называемую *горизонтальную радугу*. Это может образовываться над покрытым влагой полем или другой поверхностью (“бантик росы”); или капли могут быть каплями низкорасположенного слоя тумана, или воды, осевшей на плавающей масляной пленке, или, наконец, настоящими каплями дождя, видимыми с высоты, такой как вершина горы. Горизонтальные радуги, образованные дождем, были видны с Эйфелевой башни.

Расхожая поговорка,

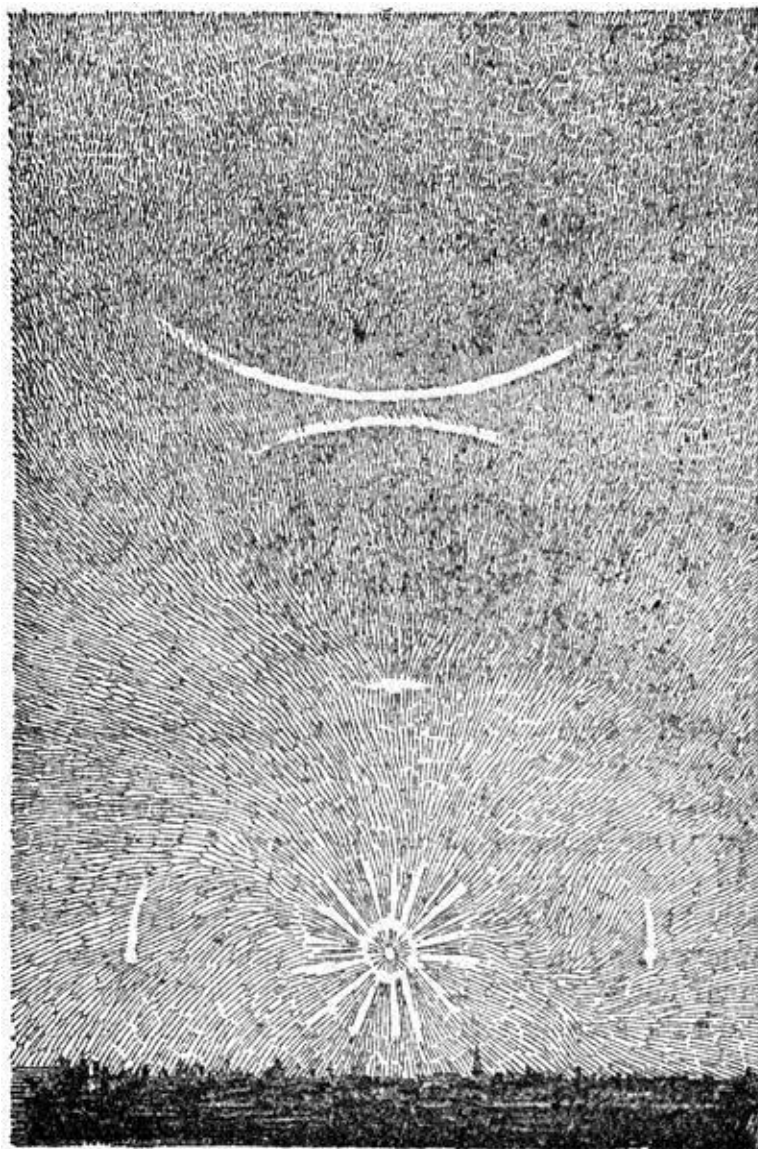
Утренняя радуга

Это предупреждение пастуха;

Ночная радуга

Это радость пастуха,

в целом это вполне оправдано по следующим причинам: мы видим радугу там, где идет дождь, в то время как солнце светит в противоположной части неба. Наши ливни обычно приходят с запада и проходят на востоке. Утреннюю радугу можно увидеть только на западе, и это указывает на приближение дождя. Вечерняя радуга (без учета лунных лучей) видна только на востоке и показывает, что зона дождей удаляется от нас, уступая место ясному небу.



ОКРУЖНОСТНАЯ ДУГА

(С рисунка Л. Бессона в "Природе".)

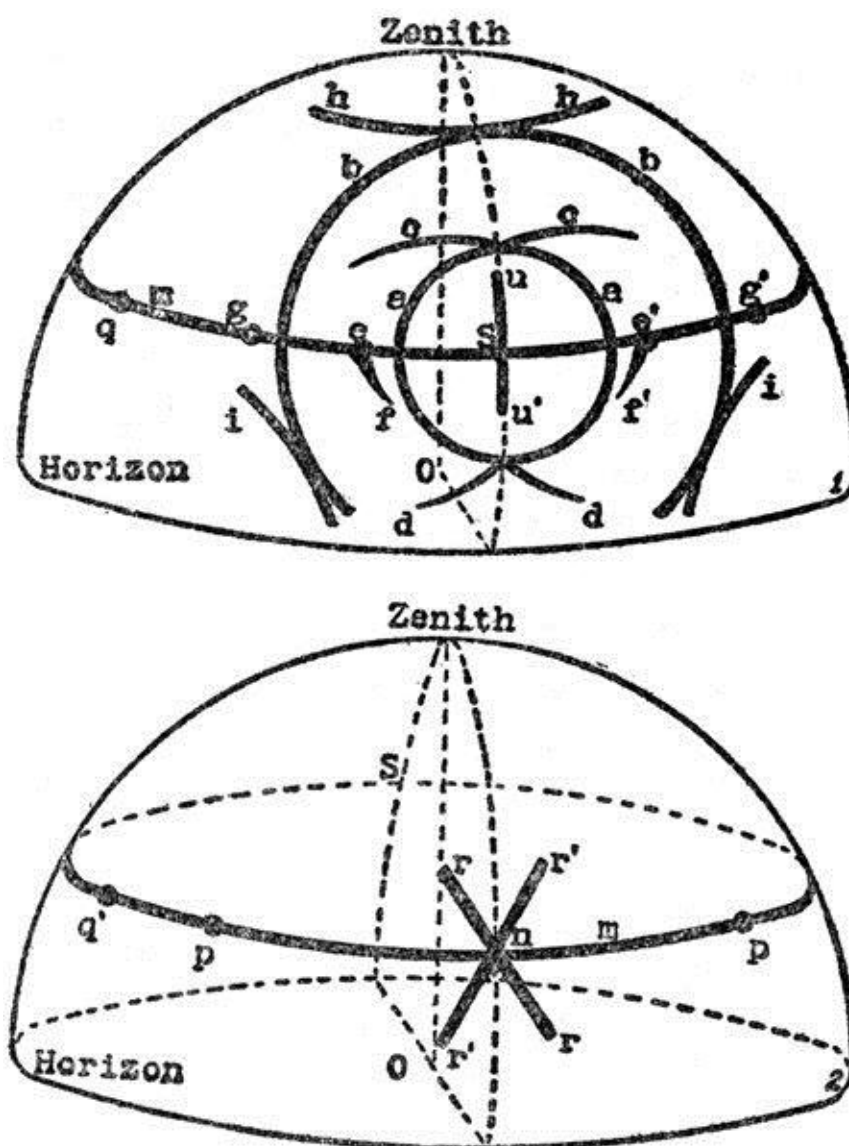
Также показаны части ореолов 22° и 46° , верхняя касательная дуги ореола 22° и две пархелии. Окологенитная дуга всегда ярко окрашена.

Кристаллы льда в атмосфере, такие как те, что образуют более высокие облака, вызывают большое разнообразие оптических явлений, известных как *гало*. Некоторые явления этого класса обычны, другие чрезвычайно редки. Более того, существует несколько теоретически возможных форм гало, о наблюдениях которых еще не сообщалось, так что наблюдения за гало могут быть рекомендованы метеорологам-любителям как открывающие возможности для совершения интересных открытий.

Ореолы имеют форму узких колец определенного углового размера вокруг солнца или луны (не путать с коронами переменных размеров, описанными ниже), колец, проходящих через светило, дуг в различных других положениях и округлых пятен цветного или белого света. Их можно видеть по отдельности или в сочетании. В редких случаях одновременно видны дюжина или более различных форм ореола, что создает наиболее впечатляющее зрелище. Одно из самых замечательных проявлений такого рода в истории науки было

замечено в разной степени развития над восточной частью Соединенных Штатов 1 и 2 ноября 1913 года; событие, которое значительно стимулировало интерес к изучению ореолов в этой стране. Сложные ореолы довольно распространены в полярных регионах; там их можно увидеть не только на небе, но и в воздухе, заряженном частицами льда, вблизи земли.

Всякий раз, когда небо покрывается тонкой пеленой перистых или перисто-слоистых облаков, существует вероятность того, что будут видны ореолы. Однако те, что образуются вблизи солнца, часто остаются незамеченными из-за ослепительной яркости этого светила. Затемненные стекла значительно облегчают их наблюдение.



ДИАГРАММЫ ОСНОВНЫХ ФОРМ ГАЛО

(После Бессона, Ежемесячный обзор погоды, июль 1914 г.)

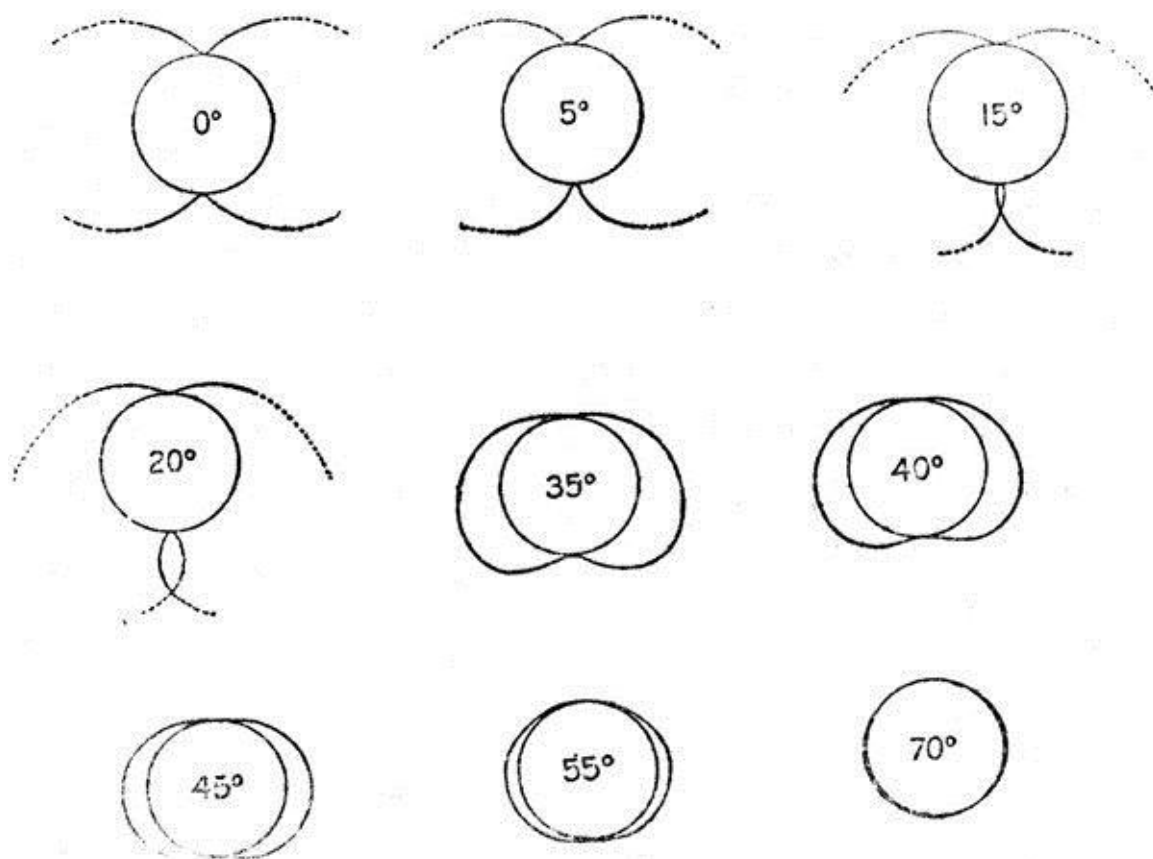
1. (Верхний). Перспективный вид неба, показывающий солнце (S); обычный ореол 22° (a); большой ореол 46° (b); верхняя касательная дуга ореола 22° (c); нижняя касательная дуга ореола 22° (d); обычная пархелия 22° (e, e'); дуги Ловица (f, f'); пархелия 46° (g, g'); окружность зенитной дуги (h); инфралатеральные касательные дуги ореола 46° (i); паргелический круг (m); парантели 90° (q); световой столб (u, u'); наблюдатель (O). 2. (Нижний). Перспективный вид неба, показывающий наблюдателя (O); парцеллярный круг (m); обычная парантелиа под углом 120° (p); парантелиа под углом 90° (q); наклонные дуги антицелия (r, r'); и антицелий (n).

Самый распространенный ореол - это круг радиусом 22° (*22-градусный ореол*) вокруг солнца или Луны. Когда он сформирован солнцем, он обычно имеет отчетливую красноватую внутреннюю границу и следы других спектральных цветов. Лунный 22° -градусный ореол обычно кажется бесцветным. Этот ореол виден, полностью или частично, внимательному наблюдателю в среднем примерно раз в три дня. Менее распространенными, но ни в коем случае не редкими являются *пархелии* или "солнечные собаки" 22° (называемые *параселенами* или "лунными собаками", когда их образует Луна), красивая *циркумзенитальная дуга* и несколько других представителей семейства гало. Большинство форм гало настолько необычны, что их появление является событием, имеющим определенное научное значение.

Прилагаемые диаграммы, составленные доктором Луи Бессоном из Обсерватории Монсуриса, показывают положения большинства известных явлений гало относительно солнца (или Луны). На верхней диаграмме показаны ореолы, которые появляются на той же стороне неба, что и солнце (или луна), а на нижней - те, которые появляются на противоположной стороне. Большинство из этих ореолов, когда они яркие, имеют спектральные цвета. Окружностная дуга, h (обычно описываемая непосвященными как "радуга"), и пархелия 22° (e, e'), особенно ярки по своей окраске. *Паргелический круг*, m , который иногда простирается полностью по небу, белый, как и некоторые из более редких форм гало.

The Верхняя и нижняя касательные дуги гало в 22° (c и d), претерпевают поразительные изменения с изменением высоты солнца. Когда светило находится более чем на 40° над горизонтом, эти две дуги соединяются на своих концах, образуя *очерченный ореол*, а на еще больших высотах солнца этот ореол сужается от эллиптической формы до круглой, переходя таким образом в 22° -градусный ореол, как показано на следующей странице, где указаны высоты солнца, соответствующие различным формам ореола. Положение пархелии в 22° (e, e'), также зависит от высоты солнца. Когда солнце находится над горизонтом, эти "солнечные собаки" находятся в 22° от светила и, следовательно, находятся в 22° -градусном ореоле; на больших высотах солнца они находятся за пределами этого ореола.

Читатель, желающий подробнее ознакомиться с различными формами гало и методами их наблюдения, найдет всеобъемлющую статью на эту тему (без математических рассуждений) в "Monthly Weather Review" (Вашингтон, округ Колумбия) за июль 1914 года.



ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЕ ЭТАПЫ ВЕРХНЕЙ И НИЖНЕЙ КАСАТЕЛЬНЫХ ДУГ 22-ГРАДУСНОГО ГАЛО

Когда солнце стоит высоко, они объединяются, образуя “очерченный ореол”. (Высота солнца показана в центре каждого рисунка.)

Кристаллы льда, образующие ореолы, состоят из шестиугольных пластин или столбиков, иногда имеющих сложную структуру, такую как пирамидальные основания, комбинации пластин и столбиков и т.д. Они обладают хорошо известным эффектом призм, преломляющих и рассеивающих проходящий через них свет. Очевидно, что существует множество возможных путей прохождения световых лучей через грани и основания таких кристаллов, что приводит к различным отклонениям и соответствующим различиям в формах и положении образующихся ореолов. Положение, которое принимают кристаллы, когда они медленно погружаются в воздух, и колебания, которым они подвергаются, являются дополнительными моментами, которые необходимо учитывать при разработке теории каждой формы гало с применением законов оптики. Почти все известные формы были полностью объяснены. Несколько видов гало — в частности, паргелический круг (называемый *параселеническим кругом*, когда он образован Луной) — возникают из-за простого отражения от граней ледяных кристаллов, а не из-за преломления.

Последняя группа оптических явлений, которые мы рассмотрим, состоит из тех, которые обусловлены процессом, называемым *дифракцией*, который возникает, когда свет огибает объекты на своем пути, вместо того чтобы проходить сквозь них, как при преломлении. Процесс включает разделение призматических цветов. Явления дифракции в атмосфере вызываются каплями воды в облаках и тумане, а иногда и мелкой пылью.

Всем знакомо ночное зрелище, которое Теннисон описывает как

... нежный янтарный кругляш

Которую луна вокруг нее расстилает,

Двигаюсь сквозь густую ночь.

Этот рассеянный красноватый или радужно окрашенный круг называется *короной*. Это относится как к солнцу, так и к Луне (хотя ее нелегко разглядеть из-за ослепительной яркости светила), а также к уличным фонарям и другим земным источникам света, если смотреть на них сквозь туманную атмосферу. В отличие от ореолов, он не имеет определенного углового размера. Обычно его радиус составляет всего несколько градусов. Маленькие короны образуются из-за крупных капель воды, а большие - из-за мелких капель, в то время как самая крупная из всех корон, известная как *кольцо Бишоп*, образуется из-за чрезвычайно мелкой пыли в атмосфере и была замечена после крупных извержений вулканов.

В своей наиболее распространенной форме корона состоит из коричневатого-красного кольца, которое вместе с голубовато-белым внутренним полем между кольцом и светилом образует так называемый *ореол*. Если различимы другие цвета, они следуют за коричневатого-красным ореолом (в направлении от светила) в порядке от фиолетового к красному; порядок, обратный порядку, наблюдаемому в ореолах. Иногда последовательность цветов повторяется три или четыре раза.

Пятна и полосы переливчатости иногда видны в облаках на большем расстоянии от светила, чем у обычной короны. Вероятно, это фрагменты корон необычного размера, образованных чрезвычайно мелкими частицами облаков.

По внешнему виду она похожа на корону *glory*; серия концентрических цветных колец, видимых вокруг тени наблюдателя или только его головы, отбрасываемой на полосу облаков или тумана. Такая тень, со славой или без нее, составляет *призрак Брокена*, который часто можно увидеть с горных вершин и с самолетов. Цветные круги иногда называют *кольцами Уллоа* по имени испанского ученого, который наблюдал это явление в горах Южной Америки в восемнадцатом веке и оставил нам его яркое описание.

Брокенский призрак, хотя он и обязан своим названием легендам, связанным со знаменитой немецкой горой, где, как когда-то считалось, ведьмы собирались в Вальпургиеву ночь, на самом деле здесь встречается реже, чем во многих других частях мира. Всякий раз, когда солнце садится низко над одной стороной горы, а из близлежащей долины с другой стороны поднимается стена тумана, альпинист, скорее всего, увидит свою тень на тумане. Если последний состоит из мелких капелек примерно одинакового размера, вероятно, появятся цветные кольца, а иногда за пределами *glory* также появляется белая дымчатая лента. Поскольку все тени, отбрасываемые солнцем, быстро сужаются (из-за угловой ширины солнечного диска), четко очерченный спектр Брокена никогда не может находиться на расстоянии более нескольких ярдов от наблюдателя. Расстояние до него, однако, обычно переоценивается — некоторые наблюдатели полагают, что оно находится на расстоянии многих миль! — и, следовательно, преобладает ошибочное представление о том, что призраки имеют огромные размеры.

Редко с выгодной точки обзора на горе и очень часто с самолета призрак, вместо того чтобы быть замеченным на вертикальной стене тумана, когда солнце находится низко, появляется на горизонтальной полосе облаков под наблюдателем, когда солнце стоит высоко. Таким образом, аэронавт может наблюдать полные очертания своего воздушного

шара или аэроплана, окруженного радужными переливами славы. Во время Мировой войны появление светящихся колец сравнивали с эмблемой, нарисованной на крыльях самолетов союзников, и суеверные авиаторы рассматривали ее как благоприятное для их дела предзнаменование.

Великолепие достигается благодаря свету, который отражается обратно к наблюдателю после того, как немного проникает сквозь облако или туман, и дифрагирует на поверхностном слое появляющихся капель.

Брокенский призрак и "глория" время от времени фотографировались.

ГЛАВА XI

АТМОСФЕРНАЯ АКУСТИКА

Поскольку хотя воздух - всего лишь одно из неограниченного числа эластичных веществ, передающих звук, именно через него звуки обычно достигают наших ушей. Следовательно, акустические свойства атмосферы представляют большой интерес для человечества.

Наука имеет дело с несколькими видами "волн", и те из них, которые создают ощущение звука, сильно отличаются от волн моря. В тихом свободном воздухе звук распространяется концентрическими сферическими волнами, состоящими из последовательных уплотнений и разрежения среды. Звук не передается через вакуум. Знакомый лабораторный эксперимент заключается в установке электрического звонка внутри приемника воздушного насоса и наблюдении за затиханием звука по мере выпуска воздуха. Колоссальные извержения, которые астрономы наблюдают на поверхности Солнца, вероятно, были бы слышны на земле, если бы межпланетное пространство было заполнено воздухом. В разреженном воздухе высокогорий интенсивность звуков значительно снижается. Так, нам говорят, что на вершине Монблана выстрел из пистолета звучит не громче, чем взрыв петарды на уровне моря.

Скорость, с которой звук распространяется по воздуху, зависит от температуры. При 32 ° F. (точка замерзания) скорость составляет 1087 футов в секунду, а при 68 ° F. - 1126 футов в секунду. Увеличение скорости с повышением температуры воздуха очень близко к 2 футам на градус по Цельсию или чуть более 1 фута на градус по Фаренгейту. Звуки сильных взрывов распространяются значительно быстрее, чем обычные звуки вблизи места взрыва, но замедляются до нормальной скорости на больших расстояниях. Это верно для сильных раскатов грома. Эффект, однако, не настолько важен, чтобы аннулировать хорошо известное правило, согласно которому, если вы посчитаете секунды между вспышкой и детонацией и разделите результат на 5, вы получите приблизительно расстояние до источника звука в милях.

Поскольку скорость звука изменяется в зависимости от температуры воздуха, различия в последней вызывают отклонения траекторий звуковых волн, аналогичные отклонениям, которым подвергаются лучи света из-за различий в плотности воздуха. Звук также отражается препятствиями таким же образом, как и свет. Более того, в то время как свет распространяется слишком быстро, чтобы на него мог повлиять ветер, это не относится к звуку. Последний распространяется быстрее вместе с ветром, чем против него, и звуковые волны в большей или меньшей степени рассеиваются порывами и неровностями, которые характерны для большинства ветров вблизи поверхности Земли. По всем этим причинам акустические качества воздуха подвержены заметным колебаниям, как это заметили все.

Необычная слышимость отдаленных звуков является популярным предвестником дождя. Факт, лежащий в основе этого убеждения, заключается в том, что когда воздух насыщен

влажностью, он, вероятно, имеет одинаковую температуру и, следовательно, благоприятен для передачи звука.

Невозможно установить какое-либо ограничение на расстояние, на котором иногда могут быть слышны громкие звуки. Насколько нам известно, ни один природный факт еще не соответствовал метафоре Эмерсона о “выстреле, услышанном по всему миру”, но буквально верно то, что звуки извержения Кракатау в августе 1883 года были слышны, подобно грохоту отдаленных тяжелых орудий, на острове Родригес в Индийском океане, в 3000 милях от вулкана. Более того, атмосферные волны, вызванные этой вспышкой, фактически обогнули земной шар не только один, но по меньшей мере три раза, и последовательные перемещения были зарегистрированы барометрами, если не были обнаружены человеческим слухом. Во время Мировой войны ружейная пальба во Фландрии была очень часто слышна в Англии на расстоянии от 140 до 150 миль. Несколько наблюдателей также сообщили, что фазаны, судя по их беспокойному поведению, слышали канонаду над Северным морем, которая была за пределами слышимости человеческого уха.

Писатели часто отмечали тот факт, что гром не слышен так далеко, как звуки артиллерии. Было подтверждено, что максимальная дальность его слышимости составляет 10 миль или около того. На самом деле, однако, гром иногда был слышен на гораздо больших расстояниях, до 20 или 30 миль; но остается верным, что расстояние всегда намного меньше того, на котором слышны громкие земные звуки. Причины, по которым это должно быть так, не заставляют себя долго искать. Во-первых, интенсивность звука зависит от плотности воздуха, в котором он генерируется, а не от плотности воздуха, в котором он слышен. Воздух, как мы знаем, уменьшается по плотности вверх. Воздухоплователи, находящиеся на высоте тысяч футов над землей, с поразительной отчетливостью слышат звуки, доносящиеся снизу, но люди на земле не могут слышать аналогичные звуки с воздушного шара. Поскольку гром в основном происходит на уровне облаков, он подвержен этой особенности. Опять же, канонада слышна на больших расстояниях только тогда, когда воздух сравнительно спокоен, и, возможно, только тогда, когда она расположена четко определенными горизонтальными слоями такого характера, чтобы звук не распространялся далеко в вышине. Во время грозы преобладают совсем другие условия; на самом деле тогда условия как раз такие, которые могли бы рассеивать звуковые волны. Наконец, шум пушки или чего-либо подобного исходит из одного места, и энергия возмущения концентрируется для создания единой системы звуковых волн; в то время как возмущение, вызванное молнией, распространяется по длинному пути разряда.

Слышимость звуков на аномально больших расстояниях обычно не имеет практического значения, но обратное явление — неспособность передачи звуков на нормальные расстояния — стало причиной большого числа морских катастроф на таких затянутых туманом побережьях, как Британские острова, восточная Канада и Калифорния. Поэтому некоторые из наиболее способных физиков как Старого, так и Нового Света пытались установить условия, при которых происходит это явление.

Научное изучение туманных сигналов, основанное, в частности, на хорошо известных исследованиях Тиндалла в Южном Форленде в Англии в 1873 году и исследованиях генерала Дуэйна и профессора Джозефа Генри в Америке, начатых несколько раньше, но продолжавшихся одновременно с исследованиями Тиндалла, вероятно, вызвало больше вопросов, чем дало ответов. Капризы этих сигналов принимают форму изменений в диапазоне слышимости — сигнал может в одно время разноситься на 10 миль, а в другое — только на 2 - и формирования “зон тишины” сравнительно недалеко от сигнала, в пределах которых звук не слышен, хотя слышен на гораздо больших расстояниях. Зоны молчания иногда более или менее постоянны и тогда, как правило, возникают из-за особенностей

топографии; но во многих случаях они преходящи, и мнения относительно их причины или поводов расходятся. Поскольку сигналы о тумане звучат только в условиях сильного тумана (за исключением экспериментальных целей) и суда попадают в аварии из-за того, что не слышат такие сигналы, в общественном сознании укоренилась идея, что эти акустические эксцентричности полностью вызваны туманом. Однако, когда эксперименты проводятся в ясную погоду, наблюдаются аналогичные явления.

В туманную погоду слышимость часто лучше средней, потому что туман преобладает в основном тогда, когда воздух неподвижен и имеет одинаковую температуру, и такие условия благоприятствуют передаче звука. Тиндалл решительно отрицал, что туман или падающий дождь, снег и град, как принято считать, оказывают заглушающее воздействие на звук, и он приписывал своеобразное поведение сигналов тумана присутствию в атмосфере невидимых “акустических облаков”, состоящих из участков воздуха, содержащих неравномерности температуры и влажности. Той же причине он приписал возникновение таинственных “воздушных эхо-сигналов”, не связанных с каким-либо видимым объектом. Несколько недавних исследователей оспорили эти выводы. Таким образом, утверждается, что когда противотуманный сигнал находится в тумане, а наблюдатель в ясной атмосфере, или *наоборот*, или когда сигнал и наблюдатель находятся в разных слоях тумана, туман очень сильно отражает звук. Помимо возможного воздействия самого тумана, очень обширные исследования, проведенные профессором Л. В. Кингом из Университета Макгилла в Патер-Пойнте, Квебек, привели его к выводу, что эффекты обусловлены главным образом вихрями в атмосфере. Профессор Кинг использовал в своих наблюдениях новейшие устройства для получения точных измерений звука и такие современные метеорологические приборы, как пилотные аэростаты для измерения ветра на различных уровнях. Он обнаружил, среди прочего, что существующие типы противотуманных сигнальных устройств очень расточительны по энергии, и указал, как можно значительно повысить их “акустическую эффективность”. Прежде чем мы оставим эту тему, следует отметить, что подводные колокола и радиокompас сделали моряков гораздо менее зависимыми, чем они были раньше, от типов сигналов, на которые влияют метеорологические условия.

В последние годы в связи с сильными взрывами, канонадой и извержениями вулканов часто наблюдались “Зоны тишины” гораздо более масштабных масштабов, чем те, которые нарушают работу противотуманных сигналов. Первым случаем такого рода, привлечшим внимание ученых, был взрыв динамита в Ферде, Вестфалия, 14 декабря 1903 года, акустические явления которого были исследованы доктором Г. фон Дем Борном; и среди многих случаев, которые с тех пор были изучены, был случай бомбардировки Антверпена в октябре 1914 года. Не описывая эти различные случаи отдельно, мы можем заявить, что когда были собраны отчеты из окружающей страны для определения мест, в которых были слышны звуки, и эти отчеты были нанесены на карту, было обнаружено, что вокруг источника звука была большая и обычно очень нерегулярная зона слышимости, за которой лежала широкая, более или менее круглая зона неслышимости, и, наконец, начиная примерно в 100 милях от источника, существовала вторая большая область слышимости, простирающаяся, возможно, на 150 миль от источника. В некоторых случаях один звук в источнике давал несколько сигналов (двойных, тройных или учетверенных), главным образом во внешней зоне слышимости.

В своей попытке объяснить эти любопытные зоны тишины Фон Демборн указал, что атмосфера на очень высоких уровнях, как предполагается, состоит в основном из водорода, в котором звук распространяется почти в четыре раза быстрее, чем в обычных газах нижних слоев воздуха, и что звуковые волны, поднимающиеся на такие высоты по наклонному курсу, будут сильно отклоняться к земле. Другой исследователь этого явления, доктор А.

Вегенер, который является сторонником идеи о том, что атмосфера содержит неизвестный газ легче водорода (называемый “геокорониум” или “зодиакон”), видит в преобладании этого газа на высоких уровнях причину подобного квазиотражения звуковых волн. Однако, вероятно, большинство исследователей полагают, что этот эффект обусловлен главным образом или полностью преломлением звука ветром.

Из акустических явлений, которые относятся в первую очередь к области метеорологии, вероятно, именно гром вызывает наибольший интерес. Внезапное расширение воздуха на пути разряда молнии, частично, но, вероятно, не полностью, вызванное выделяемым теплом, по-видимому, является адекватным объяснением взрывного звука грома, хотя были предложены несколько иные объяснения. Если разряд находится поблизости, мы обычно слышим одиночный громкий треск. Более удаленная молния обычно сопровождается грохотом. Общее и очевидное объяснение грохота состоит в том, что оно происходит из-за постепенного поступления звука из разных точек на пути разряда, длина которого может составлять милю или более. Извилистая тропинка привела бы к усилению и ослаблению звука. Другой причиной неравномерности звука, вероятно, является “интерференция” (комбинации волн, которые имеют тенденцию либо усиливать, либо нейтрализовывать друг друга), особенно в случае множественных грозовых разрядов, подобных тем, которые мы описали в другом месте. Наконец, раскаты грома еще более осложняются эхом от земли и, вероятно, также от воздуха (не только от облаков), хотя относительно этих воздушных отголосков существует большая неопределенность. Звуки грома были предметом нескольких интересных исследований австрийского метеоролога, доктора Вильгельма Шмидта, который разработал устройство для автоматической регистрации звуковых волн, составляющих раскат грома. Он обнаружил, что существует большое преобладание волн с очень длительным периодом, включая многие волны слишком низкой высоты, чтобы их можно было услышать, хотя они и различимы сквозь дребезжание оконных стекол и т.д. Фактически, большая часть задействованной энергии представлена этими длинными, неслышимыми волнами, так что на самом деле человек *слышит* лишь небольшую часть раската грома.

Со ссылкой на авторитет Гумбольдта часто делалось утверждение, что гром никогда не слышен в море, ни в какой точке вдали от суши. Этот вопрос был исследован яхтой магнитной разведки *Carnegie* во время длительного круиза по Тихому океану в 1915 году. Из двадцати двух вспышек молнии шесть сопровождались раскатами грома.

Последняя война привлекла внимание к определенным акустическим явлениям, которые, хотя и не были загадочными, были новыми для мира в целом. Одним из таких был двойной звук (тройной в случае разрыва снаряда), слышимый вблизи линии огня крупнокалиберных орудий. Этот эффект обусловлен тем фактом, что современные снаряды летят намного быстрее звука. Движущийся снаряд создает в воздухе свои собственные волны, подобные волнам на носу парохода, которые могут достигать ушей наблюдателя и вызывать ощущение резкого звука еще до того, как он услышит звук, исходящий из жерла пушки. Другим явлением, часто наблюдаемым при интенсивной стрельбе, было появление в небе быстро движущихся параллельных дуг света и тени. Обычно их видели на фоне облаков, но иногда они проносились по голубому небу. Вероятно, они возникали только в безветренную погоду. Эти дуги были результатом последовательных уплотнений и разрежения воздуха, образующих звуковые волны — видимые звуковые волны. Их видимость была обусловлена контрастами в преломлении света, проходящего через воздух разной плотности; такими же контрастами преломления, которые вызывают дрожание воздуха, например, над горячей плитой. Такие же “сверкающие дуги” света были описаны профессором Ф. А. Перре как сопровождающие взрывные извержения вулканов в кратерах Везувия и Этны.

Гудение телеграфных проводов было предметом определенного обсуждения в метеорологических кругах, но без каких-либо удовлетворительных результатов. Этот звук, конечно, не вызван электрическими токами, проходящими по проводу, и почти наверняка вызван исключительно ветром, хотя было высказано предположение, что он может быть вызван микросейсмами, или небольшими и быстрыми землетрясениями, которые так часто регистрируются сейсмографами, хотя и незаметны для человеческих органов чувств. Жужжание лучше всего слышно, когда приложишь ухо к телеграфному столбу. Несколько человек вели систематические наблюдения за этими звуками изо дня в день, и часто утверждалось, что они меняются в зависимости от температуры, движения штормов и т.д. И даже составляют надежную основу для предсказаний погоды. Иногда они слышны, когда воздух кажется совершенно спокойным, но в таких случаях может наблюдаться некоторое движение воздуха на уровне проводов, хотя на нижнем уровне наблюдателя его не было. Из того, что известно об “эоловых звуках” (таких как звуки эоловой арфы), может показаться, что для напева требуется ветер, более или менее направленный под прямым углом к проволоке, и что высота звука зависит от силы ветра и диаметра (но не длины или натяжения) проволоки. Для данного провода, чем сильнее ветер, тем выше высота его звучания.

Из всех звуков, которые витают в воздухе, вероятно, самыми загадочными являются те, которые лучше всего назвать общим названием “бронтиды” (придумано в итальянской форме *brontidi* профессором Дж. Тито Алиппи (от двух греческих слов, означающих “подобный грому”), хотя они пользуются множеством других названий в разных частях света. Бронтиды издают приглушенные взрывы, напоминающие звук отдаленной пушки или раскаты грома, и слышны в основном в теплую, ясную погоду. Первые систематические исследования этих явлений были проведены в Индии. Тот факт, что о них часто сообщалось из окрестностей Барисала, города в дельте Ганга, привел к тому, что их называли “орудиями Барисала”, под этим названием они впервые стали известны европейской науке в 1890 году. Несколько лет спустя они обсуждались в обширных мемуарах Э. ван ден Брока, который собрал многочисленные сообщения об их появлении в Бельгии, особенно на морском побережье, где они известны как “мистпофферы” (то есть “отрыжка туманом” или “икота в тумане”). Однако большинство описаний, пришло из Италии, где звуки, по-видимому, чрезвычайно распространены, хотя и характерны для определенных местностей, и где они носят большое разнообразие названий. В Австралии эти звуки называются “звуками пустыни”, на Гаити - “гуффре” и т.д. Сообщения о них поступали из некоторых частей Соединенных Штатов, включая Калифорнию и, прежде всего, из окрестностей Мудуса, штат Коннектикут, который обязан своим первоначальным индейским названием *Morehemoodus* (“место шумов”) бронтидам, которые, по-видимому, раньше были там гораздо более распространены, чем сегодня. В одной из работ лорда Бэкона есть упоминание о “необычайном шуме в небе, когда нет грома”; по-видимому, это описание бронтид.

Источник этих звуков, несомненно, находится под землей в очень многих случаях, хотя, возможно, и не во всех. Профессор У. Х. Хоббс, который провел кропотливое изучение сейсмической геологии Италии, приходит к выводу, что бронтиды в этой стране возникают из-за медленного оседания блоков земной коры; процесс, который в своих более резких и сильных фазах вызывает определенные землетрясения. Алиппи считает, что для того, чтобы звуки могли быть услышаны, они должны быть усилены особой конфигурацией грунта, над или под поверхностью, и он придает особое значение эффекту пещер, которые, как он предполагает, действуют как резонансные коробки при производстве слышимых бронтид. Иногда видимый бронтоид может быть вызван взрывом невидимого метеорита. Наконец, определенная доля этих громоподобных звуков, если не просто отдаленный гром,

может быть такими шумами, как канонада, взрывы и т.п., Которые становятся слышными на необычных расстояниях из-за преломления звуковых волн.

ГЛАВА XII

КЛИМАТ И КЛИМАТИЧЕСКИЕ ЗОНЫ

В этот день метеорологи всего мира объединят усилия, чтобы составить большую энциклопедию климата. Нет более острой необходимости в научной работе, но масштабы, которые она в идеале должна была бы принять, просто ошеломляют.

Мало кто осознает многообразие и сложность климатических условий. Потенциальный путешественник или деловой человек часто пишет в метеорологическое учреждение с просьбой, например, описать климат Южной Америки. Конечно, такого понятия не существует. Климат на континенте не один, а множество климатов. Даже описать в общих чертах наиболее важные типы климата, преобладающие между мысом Горн и Панамой, - задача не из легких. Более того, общие описания часто не удовлетворяют потребностям тех, кто задает вопросы о климате.

Предположим, что вместо вышеупомянутого оптового заказа метеоролог получает относительно скромную просьбу описать климат Буэнос-Айреса или Рио-де-Жанейро. Легко ли выполнить такой запрос? Это зависит от обстоятельств. Если информацию запрашивает турист, который в основном желает знать, понадобится ли ему легкая или плотная одежда в определенное время года, или же его экскурсиям могут помешать частые дожди, мы можем проинструктировать его в нескольких кратких абзацах. Если запрос исходит от производителя, который стремится вторгнуться на рынки Южной Америки, мы должны знать, прежде чем отвечать, какие товары он намеревается экспортировать и как именно на них влияют климатические условия. Могут ли они пострадать от высоких или низких температур, сухости или влажности? Зависит ли спрос на них, как в случае с резиновыми покрытиями, от продолжительности дождя или, как в случае с электрическими вентиляторами, от наступления жаркой погоды по крайней мере в течение части года? Для каждой отрасли экспортной торговли важны определенные элементы климата, и чем более подробную и ясную информацию о них можно получить, тем лучше. Предположим, опять же, что садовод, которому нужно решить проблему интродукции южноамериканского растения в Соединенные Штаты, желает получить климатические данные. Чтобы найти для него наилучшие условия в этой стране, он должен знать кое-что о климате своей первоначальной родины. Однако требуемые им данные отличаются от тех, которые запрашивает турист или производитель. Является ли местом обитания растения регион, где случаются заморозки? Как долго длится вегетационный период? Количество осадков распределяется относительно равномерно в течение года или существуют определенные сезоны засухи и дождей? Таковы некоторые из вопросов, которые он задаст. Для целей медицинской климатологии будет запрошен другой набор данных. Астроном, выбирая место для новой обсерватории, спросит об отсутствии облаков, а также о чистоте и постоянстве воздуха, которые обеспечивают хорошее "зрение". Летчику понадобится информация о ветрах и тумане. И так далее.

Таким образом, оказывается, что климат означает очень разные вещи для разных людей.

Климат по-разному определялся как общая сумма погодных условий, средняя погода, типичная погода и т.д., Но концепция все еще остается несколько неопределенной. Мы знаем, что, хотя погода в любом месте подвержена постоянным изменениям, его климат сохраняется; но нам не нужно предполагать, что он сохраняется бесконечно. Геологическая летопись, напротив, доказывает, что за долгие века произошли огромные изменения климата. В Антарктиде и на Шпицбергене обнаружены залежи угля, составляющие остатки древних лесов, которые не могли существовать в климате, преобладающем сейчас в этих регионах. Существует множество других доказательств того, что от одного геологического периода к другому происходили значительные климатические изменения; но как насчет изменений за более короткие промежутки времени?

Огромное количество времени и энергии было потрачено на изучение предполагаемых изменений климата. Доказательства таких изменений ищутся, с одной стороны, при тщательном изучении данных о погоде (процесс, часто включающий сведение в таблицу сотен тысяч цифр), а с другой - при сборе географических и исторических данных, имеющих отношение к данному вопросу. Поступали многочисленные сообщения о постепенном высыхании африканских и азиатских озер, об обнаружении древних руин, указывающих на то, что процветающие сельскохозяйственные сообщества когда-то процветали в регионах, которые сейчас являются пустынями, и о различных других признаках, свидетельствующих о переменчивости климата, имевших место в исторические времена. Недавний оригинальный метод изучения климатических изменений заключается в измерении последовательных годовых колец, наблюдаемых на поперечных срезах старых деревьев. Предполагается, что толстые кольца образовывались в периоды обильных осадков, а тонкие - когда осадков было мало. Этот метод был применен к гигантским *секвойям* Калифорнии, некоторым из которых более 3000 лет.

Конечным результатом широкого спектра исследований, по-видимому, является то, что в целом климат повсюду был удивительно постоянным с самого начала истории человечества. Имеется много свидетельств того, что в определенных регионах наблюдались попеременные повышения и понижения — периодические колебания — температуры, количества осадков и т.д., Но мало свидетельств прогрессивных изменений в одном направлении.

Противоположностью неопределенности, которая все еще преобладает в научном мире по поводу климатических изменений, является уверенность, с которой средний непрофессионал может утверждать, что такие изменения произошли на его собственной памяти. Популярная идея о том, что климат заметно изменился за одну человеческую жизнь, является общемировым заблуждением, которое, по-видимому, процветало всегда. В Соединенных Штатах мы слышим о “старомодной зиме” с ее неограниченным катанием на санях, а также о заметном увеличении или уменьшении количества осадков в определенных районах. Интересный факт, что столетие с лишним назад американцы предавались такого же рода ретроспективным размышлениям.

В 1770 году, когда Бенджамин Франклин был президентом Американского философского общества в Филадельфии, перед этим обществом был прочитан доклад, озаглавленный “Попытка объяснить изменение климата, которое наблюдалось в Средних колониях Северной Америки”. Она опубликована в первом томе “Трудов общества”. За исключением длинных “с” и использования слова “колонии”, большая его часть могла быть адресована владельцам автомобилей и облигаций Liberty bonds. Нам говорят об “очень заметном изменении климата”, отмечаемом всеми, кто долгое время проживал в Пенсильвании и соседних колониях. “Наши зимы, ” говорит автор, “ уже не такие пронзительно холодные, а

лето не такое неприятно теплое, как раньше". Эти изменения он приписывает расчистке и возделыванию земли.

Еще одним убежденным сторонником старомодной зимы и старомодного лета был Томас Джефферсон. В своих "Записках о Виргинии", написанных в 1781 году, он говорит:

"Изменения в нашем климате происходят очень ощутимо. И жара, и холод стали гораздо более умеренными, о чем помнят даже люди среднего возраста. Снега выпадают реже и не так глубоко. Они не часто лежат ниже гор более одного, двух или трех дней и очень редко - неделю. Помнят, что раньше они были частыми, глубокими и продолжительными. Старики сообщают мне, что раньше земля была покрыта снегом примерно на три месяца каждую зиму".

Сэмюэл Уильямс, опубликовавший "Историю Вермонта" в 1794 году, использует почти идентичные формулировки применительно к климату этого штата. "Снегопады, - говорит он, - уже не такие частые, глубокие и не длятся так долго, как раньше; и все же их количество и продолжительность очень быстро уменьшаются". В том, что эти изменения, добавляет он, "во многом связаны с развитием страны и значительно ускорены им, сомневаться не приходится".

Каковы факты? Когда были написаны процитированные выше заявления, в этой стране в течение длительного времени велось лишь несколько регулярных записей о погоде. Самая ранняя инструментальная запись была начата в Чарльстоне, Южная Каролина, в 1730 году. Однако было доступно много информации о датах сбора урожая, о формировании и разрушении льда на реках и гаванях и других событиях, зависящих от погоды, которая, если бы кто-нибудь взял на себя труд собрать и проанализировать ее, развеяла бы всеобщее мнение о том, что в последнее время произошли заметные изменения климата. В наши дни гораздо легче опровергнуть распространенное утверждение о том, что климат изменился на памяти живущих людей. Метеорологическая история нашей страны на протяжении более чем трех четвертей века изо дня в день фиксировалась множеством внимательных наблюдателей в каждом штате Союза. Записи показывают, что, хотя погода в одном году часто разительно отличалась от погоды в следующем, реальных изменений в климате не произошло. "Старомодные" зимы, например, были не более и не менее обычным явлением полвека назад, чем сегодня.

Наши воспоминания о погоде в прошлом вводят нас в заблуждение, главным образом потому, что мы помним исключительную погоду и забываем ту, которая обычно преобладала. Иллюзии могут способствовать другие обстоятельства. Таким образом, многие люди, которые сейчас живут в городах, где современная бытовая техника делает их более или менее независимыми от погоды, провели свое детство в более примитивных условиях сельской местности.

Если бы климатические условия не были достаточно постоянными в течение длительных периодов времени, было бы пустой тратой времени на составление климатической статистики, которая, как мы видели, нужна очень многим людям для самых разных целей. Такие статистические данные основаны на событиях прошлого, но их практическая ценность зависит от того факта, что в определенных пределах они являются надежным ориентиром в будущее.

Климатические данные для любого места представляют собой своего рода сводку проведенных там метеорологических наблюдений, при этом особое внимание уделяется тем особенностям метеорологических данных, которые имеют важное отношение к жизни и деятельности человечества. Температура и количество осадков являются ведущими элементами климата; другими являются ветер, влажность, испарение, облачность и т.д. У

нас нет места перечислять здесь все виды данных, содержащихся в сложных климатических таблицах; но для того, чтобы проиллюстрировать, как записи метеорологической станции используются при составлении климатической статистики, и показать, какие сложности могут возникнуть в этом процессе, мы рассмотрим только вопрос температуры.

Приборы, используемые для измерения температуры, были описаны в другой главе. С помощью этих приборов определяется текущая температура воздуха, температура влажной лампы (используется для расчета влажности), а также максимальная и минимальная температуры за день. Показания производятся в установленные часы, известные как “срочные часы”. На регулярных станциях Метеорологического бюро США время наблюдения за всеми метеорологическими элементами составляет 8 утра и 8 вечера по восточному поясному времени, а наблюдение за температурой, влажностью и облачностью производится в полдень. В большинстве других стран трехдневные измерения были правилом, хотя в Европе сейчас на многих станциях проводятся четыре или более наблюдений в день, чтобы регулярно предоставлять метеорологические сводки, необходимые авианавтам. Важные станции, как правило, оснащены термографами, которые ведут непрерывный учет температуры.

Теоретически, средняя температура любого дня - это среднее значение 24-часовых наблюдений, от полуночи до полуночи. На практике среднее значение обычно вычисляется на основе наблюдений в определенные часы или на основе максимума и минимума. Получив среднесуточную температуру для каждого дня месяца, среднее из этих значений дает нам среднемесячную температуру. Средняя из средних температур за двенадцать месяцев года - это среднегодовая температура.

Эти данные за каждый день и месяц, а также за год — иногда также и за другие интервалы, такие как пятидневные периоды или “пентады”, — вычисляются год за годом, и в конечном итоге значения за все годы записи усредняются для формирования так называемых “нормалей”. Таким образом, мы получаем, например, для данной станции нормальную температуру для 21 января, нормальную температуру для марта месяца, нормальную годовую температуру и т.д.

Все это лишь начало для полного обсуждения совокупности температурных наблюдений в целях климатологии. Нам еще предстоит получить из показаний максимального и минимального термометров нормальные максимальную и минимальную температуры и диапазон температур для каждого дня, каждого месяца и года; также “абсолютные” максимумы, минимумы и диапазоны (т. е. экстремальные значения, которые имели место за весь период записи) для соответствующих интервалов времени. Эти данные дают ответы на такие вопросы, как: Какая самая низкая температура была когда-либо зарегистрирована 21 января? Какая самая низкая температура была в *среднем* 21 января? Каков средний диапазон температур в марте? Какая самая высокая температура была когда-либо зарегистрирована в любой день на станции?

Избавившись таким образом от экстремумов и диапазонов, мы можем вычислить то, что называется “изменчивостью” температуры, то есть среднюю разницу между средними значениями двух последовательных дней в данном месяце и соответствующим средним значением за весь год. Эти данные имеют большое значение в медицинской климатологии. Мы также можем вычислить частоту появления различных значений среди перечисленных выше температурных данных. Наиболее частое значение часто сильно отличается от среднего значения. Многие климатологи подсчитывают количество дней в среднем году, когда температура повышается до 77 градусов по Фаренгейту или выше (“летние дни”), а также количество дней, когда температура не поднимается выше точки замерзания (“зимние дни”). Особенно ценными в сельскохозяйственных регионах являются данные о средних и крайних датах последнего заморозка весной и первого заморозка осенью. Они определяют продолжительность “вегетационного периода”. Статистические данные о температуре почвы на поверхности и на различных глубинах под поверхностью также представляют интерес для сельского хозяйства.

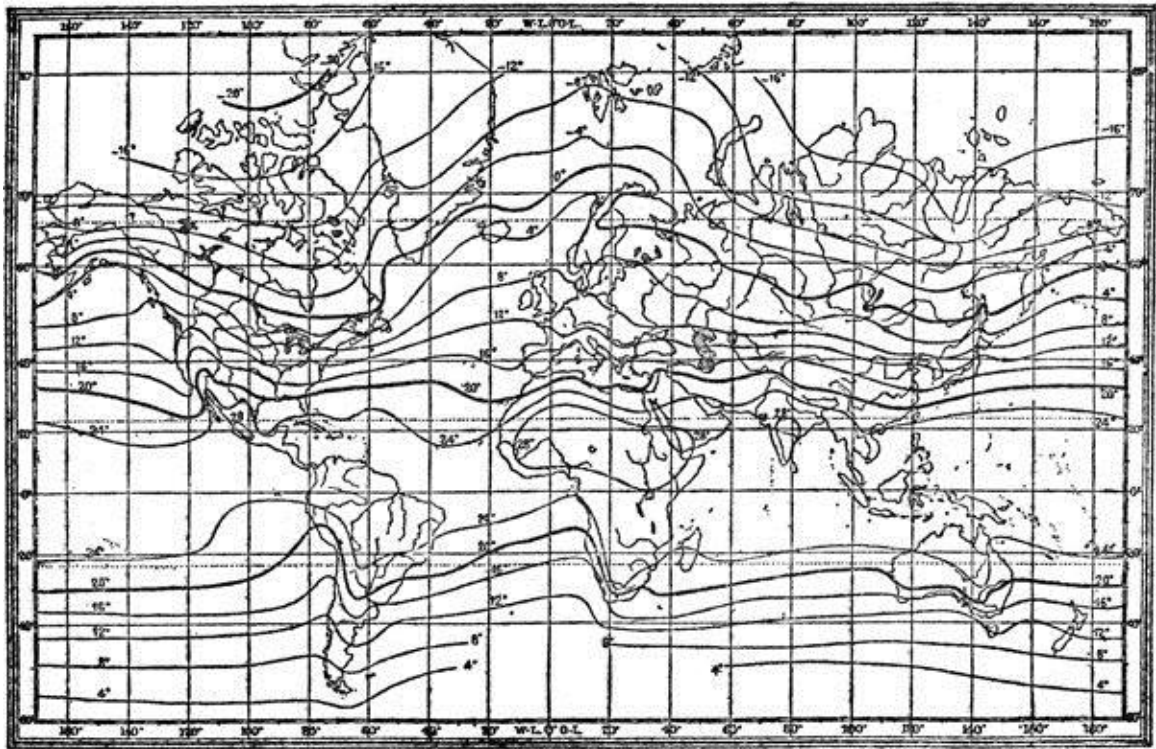
Из приведенного выше изложения будет видно, что ошеломляющее разнообразие климатической статистики может быть вычислено просто на основе наблюдений за температурой, и то же самое верно для других элементов. Более того, приведенный выше список ни в коем случае не является исчерпывающим даже в отношении температуры. Фактически, практически нет ограничений на количество способов, которыми исходный материал климатических данных, то есть исходные записи наблюдений, может быть сгруппирован, усреднен или иным образом обработан для выявления определенных особенностей климата, которые предположительно могут служить какой-либо полезной цели. Теперь читатель сможет понять, почему трактат о климате одной местности часто занимает значительный объем.

Числовые данные, содержащиеся в такой работе, обычно дополняются текстовыми описаниями и различными графическими приемами, такими как кривые, показывающие нормальные колебания или “марш” погодного элемента в течение дня, года или другого интервала. Работы, посвященные климату больших территорий, таких как целые страны, обычно сопровождаются климатическими картами. Эти диаграммы предоставляют быстрый и простой способ получить общее представление о климате региона. Среди наиболее важных климатических диаграмм следующие:

1. *Температурные (изотермические) графики.* К ним относятся диаграммы, показывающие распределение нормальных температур по месяцам, сезонам и году; нормальный диапазон температур для аналогичных периодов; самые высокие и самые низкие температуры, когда-либо зарегистрированные на разных станциях; и т.д. Линии, известные как *изотермы*, рисуются таким образом, чтобы проходить через места, имеющие идентичные значения рассматриваемого элемента (средняя температура, наивысшая температура и т.д.).

2. *Графики осадков (изогетальных).* Они показывают распределение осадков (включая снегопады, выраженные в эквивалентной глубине залегания воды); особенно для каждого месяца и за год. Другие графики могут показывать среднее количество дождливых дней; среднее количество выпавших снегов (фактическая глубина, а не водный эквивалент); сезонное распределение осадков и т.д.

3. *Карты ветров.* Они нарисованы в различных формах, чтобы показать преобладающие направления ветра, частоту ветров с разных направлений, среднюю силу ветров и т.д. Карты ветров на разных уровнях над поверхностью Земли в конечном итоге будут составлены для использования воздухоплавателями, но такие карты все еще находятся на предварительной стадии.



СОВРЕМЕННАЯ ИЗОТЕРМИЧЕСКАЯ КАРТА ЗЕМНОГО ШАРА. (Ханн, 1901)

Изотермы показывают среднегодовую температуру в градусах Цельсия.

Как и в случае с табличными климатическими данными, количество диаграмм, которые могут быть составлены для отображения различных особенностей климата, практически не ограничено. Солнечный свет, облачность, влажность, барометрическое давление и частота различных особых явлений, таких как грозы, град, торнадо, засухи, и т.д., приведены в некоторых из более обширных работ по климату. Были изданы большие атласы, описывающие климат определенных стран. Изучение фактического распределения климатов по Земле, в отличие от изучения климата в целом, иногда называют *климатологией*.

Климаты классифицируются по-разному, обычно на основе одного или нескольких климатических элементов, но иногда со ссылкой на их воздействие. Наиболее известные классификации относятся к температуре. Мы говорим о тропическом, умеренном и полярном климате; но, используя эти термины, не следует забывать, что распределение температуры определяется не только широтой. Расположение по отношению к океану или другим крупным водоемам почти столь же важно. Поверхность суши нагревается днем и летом и остывает ночью и зимой гораздо быстрее, чем поверхность воды, и температура прилегающего воздуха меняется соответствующим образом. Следовательно, у нас есть классификация климатов на *морской* и *континентальный*. Первые под влиянием океанических ветров имеют умеренный диапазон температур, в то время как вторые подвержены экстремальным перепадам температуры и холода. С увеличением высоты температура снижается, но количество осадков в целом увеличивается. Распределение осадков также в значительной степени определяется траекториями циклонических штормов. Таковы некоторые из многих факторов, которые контролируют сложное распределение климатических условий.

Люди, которые никогда не уезжают далеко от собственного дома, обычно лелеют весьма ошибочные представления о климате далеких стран. Большинству американцев трудно

осознать, например, что на Панамском перешейке, в самом сердце тропиков, никогда не бывает таких высоких температур, как те, которые наблюдаются каждое лето в Соединенных Штатах. Житель Южной Дакоты, где температура ртутного столба в тени часто поднимается выше 100 ° по Фаренгейту и, как известно, достигает 115 °, будет склонен пересмотреть свое определение термина “тропический”, когда узнает, что в Колоне, атлантической оконечности Канала, температура до 90 ° является совершенно исключительной, и что максимальное значение за шестилетний период составило всего 92 °. За тринадцать лет статистика жизнедеятельности в зоне Канала показала только две смерти от солнечного удара и двадцать один несмертельный случай тепловой прострации среди населения численностью 120 000 человек. Большинство американцев также удивятся, узнав, что самые высокие естественные температуры воздуха, которые были зарегистрированы где-либо на земле, наблюдались не вблизи экватора, а в калифорнийской пустыне. В местечке на краю Долины Смерти, носящем ироничное название Гренландское ранчо, температура составила 134 ° по Фаренгейту. было зарегистрировано в июле 1913 года. Термометр, давший эти замечательные показания, был испытанным прибором, установленным на стандартном экране над дерном из люцерны и не подвергавшимся воздействию отраженного тепла пустыни. В одном и том же месте температура достигала 100 ° и более в течение 548 дней за четыре года. За пределами Соединенных Штатов самая высокая температура, когда-либо зарегистрированная метеорологической станцией, составила 127 ° по Фаренгейту. в Варгле (Уаргла), Алжир.

Самые низкие температуры, с которыми сталкиваются полярные исследователи, значительно выше, чем те, которые каждую зиму испытывают жители северной Сибири. “Рекорд”, насколько позволяют инструментальные наблюдения, принадлежит городу Верхоянску, в котором температура упала до 90 ° ниже нуля (по Фаренгейту) в феврале 1892 года. Как ни странно, на этом “зимнем полюсе холода” земли теплое лето. В Верхоянске температура иногда поднимается до 80 ° выше нуля или выше. Известно, что в Якутске, Сибирь, столбик термометра зимой опускается до 84 ° ниже нуля, а летом поднимается на 102 ° выше нуля; диапазон температур, превышающий интервал между точкой замерзания и точкой кипения воды!

Еще один климатический парадокс заключается в том, с чем сталкиваются альпинисты, которые, взбираясь на вершины, покрытые вечными снегами, часто страдают от жары из-за интенсивности солнечной радиации в чистом, сухом воздухе больших высот. На оздоровительном курорте Давос, расположенном в высокогорных Альпах (высота 5250 футов), инвалиды зимой сидят на улице без халатов, и, действительно, иногда их загоняют в тень, чтобы спастись от слишком палящих лучей солнца. При этом температура самого воздуха может быть намного ниже нуля, а земля покрыта снегом.

Определенные части света часто условно называют “без осадков”, но, как мы уже указывали в другом месте, на самом деле на земле нет места, где никогда не выпадал бы дождь (или снег в полярных регионах). В самой засушливой части Сахары — Ливийской пустыне, между Дахелем и Куфрой — исследователь Рольфс в 1874 году пережил проливной трехдневный ливень. Сахара, несмотря на ее пресловутую жару, также не лишена прикосновений настоящей зимы. Снег - обычное явление во многих частях этой пустыни, даже на умеренных высотах. На более высоких вершинах Сахары снег лежит на земле всю зиму, а летом иногда встречается в защищенных местах. Время от времени снег выпадает во всех частях Алжира, и несколько снегопадов было зафиксировано в Нижнем Египте.

Когда все сказано и сделано, вся структура того, что сейчас составляет науку климатологию, оставляет желать лучшего. Климат представляет практический интерес, во-первых, из-за его воздействия на жизнь и здоровье человека, а во-вторых, из-за его влияния

на сельскохозяйственные культуры, которые являются основой материального процветания человека. В обоих этих разделах климатические данные, как они сейчас обычно представляются, игнорируют определенные атмосферные явления, имеющие первостепенное значение. Для биологических целей никакое описание климата не может считаться даже приблизительно полным, если оно не содержит для рассматриваемого региона подробного описания различных видов излучения, получаемого от солнца, их интенсивности и колебаний; и в мире мало мест, где хотя бы начало было положено сбору таких данных. Опять же, явления атмосферного электричества, включая радиоактивность, вероятно, имеют реальное климатическое значение, но мы все еще находимся на стадии предположений относительно этого предмета. Возможно, существуют и другие элементы климата, которые в настоящее время полностью игнорируются, но которые будут занимать видное место в климатологии будущего.

ГЛАВА XIII

ОРГАНИЗОВАННАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ

Ни одна другая отрасль науки не зависит так сильно от постоянного систематического сотрудничества множества работников, как метеорология. Несомненно, существуют некоторые виды атмосферных явлений, которые могут быть с пользой изучены отдельным метеорологом без дополнительной помощи со стороны его научных коллег, кроме того обмена идеями, который преобладает во всех областях знания; но широко распространенные процессы, составляющие погоду и климат, требуют для своего наблюдения — будь то прогноз погоды, или сбор климатической статистики, или обобщение данных, из которых можно вывести законы атмосферных движений, — настоящей армии сотрудников, оснащенных стандартизированными приборами и ведущих свои записи в соответствии с единым планом.

Вероятно, мало кто, рассматривая карты, изображающие климат мира, которые можно найти в справочниках, осознает, сколько наблюдателей внесли свой вклад в составление таких карт или количество отдельных инструментальных наблюдений, на которых они основаны. Только в Соединенных Штатах насчитывается около 6000 метеорологических станций, на которых ежегодно проводится свыше двух с четвертью миллионов наблюдений, и климатическая карта, конечно же, является плодом *многих* лет наблюдений. В начале нынешнего столетия было подсчитано, что во всем мире действовало 31 000 метеорологических станций. Нынешнее число, несомненно, намного больше. На некоторых из этих станций наблюдения проводились регулярно, один, два или три раза в день, в течение 100 или 150 лет. В круглых цифрах можно сказать, что в течение последних нескольких десятилетий метеорологические наблюдения проводились во всем мире со скоростью десять миллионов в год, а общее количество с тех пор, как началось ведение регулярных метеорологических записей, перевалило за сотни миллионов.

Организованные метеорологические наблюдения не были чем-то неизвестным в древности — мы упоминали в другом месте о первых измерениях количества осадков в Индии и Палестине, — но нынешняя эра подобных мероприятий восходит только к середине семнадцатого века. В 1654 году великий герцог Тосканы Фердинанд II через своего капеллана и секретаря Луиджи Антинори заручился сотрудничеством нескольких наблюдателей в Италии и соседних странах, которым были розданы инструменты и бланки для ведения ежедневных записей основных метеорологических элементов. Антинори и большинство наблюдателей принадлежали к ордену иезуитов, который проявлял необычайное рвение в развитии метеорологии вплоть до наших дней. Начатые таким образом наблюдения, по-видимому, велись примерно до 1667 года, но, к сожалению, сохранилось мало записей. В течение следующих ста лет во Франции, Англии и Германии было начато несколько начинаний аналогичного характера. Однако наиболее заметным из таких предприятий, предшествовавшим созданию нынешних официальных метеорологических служб, была международная система наблюдений, поддерживаемая Метеорологическим обществом Пфальца, основанным в Мангейме в 1780 году под эгидой

курфюрста Карла Теодора. Главная заслуга в эпохальной работе этого общества принадлежит его секретарю Дж. Дж. Хеммеру. Общество раздало стандартные инструменты своим наблюдателям, которые были широко разбросаны по миру, а именно четырнадцати в Германии, двум в Австро-Венгрии, двум в Швейцарии, четверем в Италии, трем во Франции, четверем в Бельгии и Голландии, трем в России, четверем в Скандинавии, одному в Гренландии и двум в Северной Америке (в Брэдфорде и Кембридже, Массачусетс). Очень подробные наблюдения за этой сетью станций вплоть до 1792 года были опубликованы в двенадцати больших томах.

Хотя деятельность Мангеймского общества прекратилась в тревожные дни Французской революции, собранные им документы послужили основой для плодотворных исследований следующего поколения. Статистика такого рода может быть использована в двух различных целях. Во-первых, их можно систематизировать таким образом, чтобы выявить характерные особенности климата в каждой из населенных пунктов, включенных в сборник, а также проиллюстрировать распределение климатов по земному шару. Во-вторых, данные за отдельные дни с различных станций могут быть нанесены на графики отдельно, чтобы проиллюстрировать *мгновенное* распределение атмосферного давления, ветра и погоды и, путем сравнения графиков за последующие дни, получить своего рода движущуюся картину работающего атмосферного оборудования.

Диаграммы, основанные на приблизительно одновременных наблюдениях, показывающие состояние атмосферы в определенный момент времени на обширной территории Земли, называются *синхронными диаграммами*, или иногда *синоптическими диаграммами*, хотя последний термин также применим к диаграммам, показывающим средние значения за конкретный месяц, год и т.д. Синхронные диаграммы, используемые в настоящее время для составления прогнозов, составляются на основе данных, собранных телеграфом; но такого же рода диаграммы могут быть составлены более неторопливым способом на основе статистических данных, собранных в любое предыдущее время, и такие диаграммы часто составлялись с целью изучения до появления телеграфии. Пионером в таких начинаниях был немецкий физик Х. В. Брандес, который примерно в 1820 году использовал наблюдения, собранные Метеорологическим обществом Пфальца, вместе с некоторыми другими при составлении серии ежедневных синхронных карт Европы за 1783 год.

Очень похожие исследования были проведены в Америке несколькими годами позже Дж. П. Эспи, У. К. Редфилдом и Элиасом Лумисом. В начале девятнадцатого века в этой стране уже был накоплен обширный фонд метеорологических наблюдений. Первое мероприятие подобного рода в качестве метеорологической организации, предвосхитившее нынешнее Бюро погоды, было предпринято Джосайей Мейгсом, комиссаром Главного земельного управления, который в 1817 году установил систему трехсуточных наблюдений в различных земельных управлениях. Почти в столь же ранний период главный армейский хирург приступил к регулярным наблюдениям за погодой на военных постах по всей стране. Местные системы наблюдений были созданы властями штата Нью-Йорк в 1825 году и Пенсильвании в 1837 году, а системы более широкого охвата - Патентным ведомством в 1841 году и Смитсоновским институтом в 1847 году. Эксперименты по сбору сводок погоды по телеграфу с целью прогнозирования штормов были предприняты Смитсоновским институтом еще в 1849 году. Примерно в то же время лейтенант М. Ф. Мори из военно-морского флота собирал метеорологические отчеты моряков и закладывал основы морской метеорологии. Наконец, в 1870 году Конгресс был вынужден создать полноценную телеграфную метеорологическую службу, подобную тем, которые уже успешно функционировали в Европе. Одним из главных пропагандистов этого предприятия был доктор И. А. Лэфем из Висконсина; Мори неоднократно выступал в его защиту; и

убедительный наглядный урок в его пользу преподала местная служба отчетов и прогнозов, возглавляемая проф. Аббе из Кливленда, в обсерватории Цинциннати, при содействии Телеграфной компании Western Union, в 1869 и 1870 годах. В течение первых двадцати лет своего существования, с 1870 по 1890 год, Федеральная метеорологическая служба находилась в подчинении Корпуса связи армии. С 1890 года это подразделение Министерства сельского хозяйства, как Бюро погоды Соединенных Штатов, хотя название "Служба связи" закрепилось за ним в народной речи еще долго после того, как оно перестало принадлежать армии.

В этой стране говорят, что прогнозы погоды исходят — или когда—то исходили - из "Старых вероятностей" или "Старых проблем". Нашим первым "Старым испытателем", по-видимому, был профессор Аббе, который объяснил происхождение этого названия в отчете о своих первых экспериментах по прогнозированию в Цинциннати. Он говорит о первом бюллетене погоды Цинциннати, выпущенном 1 сентября 1869 года:

В нем содержалось всего несколько наблюдений, переданных по телеграфу от удаленных наблюдателей, и объявлялись "вероятности" на следующий день. Этот бюллетень, написанный моей рукой, был вывешен на видном месте в холле Торговой палаты, но, к сожалению, я написал с ошибкой "Вторник", и вскоре я обнаружил под своими "Вероятностями" следующую юмористическую строчку мистера Дэвиса, хорошо известного упаковщика: "Плохая погода для "Старых проблем"". Это закрепило за мной в будущем очень популярное имя "Старых проблем". Это имя, однако, более конкретно ассоциировалось с генералом. Альберт Дж. Майер, который в качестве старшего офицера связи был первым главой Федеральной метеорологической службы.

Беспорядочные эксперименты по сбору текущих сводок погоды и их использованию при составлении погодных карт впервые были проведены в Европе примерно в то же время, что и ранние начинания подобного характера в Америке. Такие отчеты были собраны и опубликованы Джеймсом Глейшером при сотрудничестве британских железных дорог в 1849 году. Существующие национальные метеорологические службы Старого Света обязаны своим возникновением эпизоду Крымской войны. В ноябре 1854 года сильный шторм нанес ущерб французским и британским военным кораблям в Черном море и потопил множество судов с бесценными припасами, предназначенными для союзных армий в Крыму. Французский астроном Леверье, директор Парижской обсерватории, собрал информацию, показывающую распространение этого шторма по Европе, и результаты этого расследования были настолько значительными, что он представил императору Наполеону III план организации международной системы телеграфных сообщений, с помощью которой можно было бы получать своевременные предупреждения о подобных атмосферных возмущениях. Французское правительство при помощи других европейских стран установило такую систему в 1855 году. В течение следующих двух десятилетий большинство этих стран организовали свои собственные службы и в то же время поддерживали международный обмен наблюдениями по телеграфу. До конца девятнадцатого века почти во всех цивилизованных странах мира, включая многие колониальные владения, такие как Канада, Австралия, Алжир и Филиппины, были созданы метеорологические службы, предусматривавшие более или менее обширные механизмы сбора ежедневных отчетов по телеграфу и выдачи штормовых предупреждений и прогнозов погоды. Главными исключениями были несколько латиноамериканских республик и Османская империя, в которых такие организации все еще отсутствуют.

Метеорология, по сути, является *международной* наукой. Атмосфера не знает политических границ, и чем больше ее изучают, тем сильнее метеорологи убеждаются в том факте, что между атмосферными явлениями в широко разделенных регионах мира

существуют тесные связи. Таким образом, большой антициклон, который каждый год образуется над холодными внутренними районами Сибири, оказывает влияние на погоду Соединенных Штатов; было обнаружено, что поведение индийских муссонов имеет некоторую связь с барометрическими условиями в Южной Америке; а колебания силы пассатов, по-видимому, имеют всемирное значение, поэтому эти ветры были описаны как “пульсация” общей циркуляции атмосферы. Французский метеоролог Л. Тейссеренк де Борт много лет назад обратил внимание на существование того, что он назвал “центрами действия”, а именно больших постоянных или полупостоянных областей высокого и низкого барометрического давления, колебания которого поразительно соответствуют переменчивости ветра и погоды в странах, удаленных друг от друга на тысячи миль. И последнее, но не менее важное: предпринимались настойчивые попытки интерпретировать все погодные явления на нашем земном шаре в терминах колебаний количества лучистой энергии, получаемой от солнца.

К счастью, метеорология уже очень много лет является международной организацией. Международная метеорологическая организация была основана на конференции, состоявшейся в Лейпциге в 1872 году, и была усовершенствована на официальном конгрессе метеорологов, созванном в Вене в следующем году. Международный метеорологический комитет, который является постоянным рабочим органом организации, был учрежден на Венском конгрессе. Наконец, организация была воссоздана на конференции, состоявшейся в Париже по приглашению французского правительства в 1919 году.

Международный комитет состоит не более чем из двадцати членов, все из которых являются директорами официальных метеорологических служб. Предполагается, что он собирается не реже одного раза в три года. С меньшей периодичностью проводятся “конференции”, на которые приглашаются представители всех метеорологических служб и основных независимых метеорологических обсерваторий мира. При организации создано несколько международных “комиссий”, которые контролируют и координируют работу метеорологов в различных специальных областях. В конце 1921 года существовали комиссии по следующим вопросам:

Сельскохозяйственная метеорология, Метеорологический телеграф, Морская метеорология, Солнечная радиация, Применение метеорологии к воздушной навигации, Сезонная и полярная метеорология, Исследование верхних слоев воздуха, земной магнетизм и атмосферное электричество, Изучение облаков.

Каждая комиссия включает в свой состав по крайней мере одного члена Международного комитета, помимо ряда экспертов из разных стран по конкретному вопросу, которым занимается комиссия.

Резолюции, принятые на различных международных совещаниях метеорологов, были собраны в “Международном метеорологическом кодексе”, главной целью которого является обеспечение единообразия в методах наблюдений, формах публикации и т.д.

Одним из наиболее заметных международных начинаний в истории метеорологии был план одновременных наблюдений в полдень по Гринвичу как на наземных станциях, так и на борту судов, принятый Венским конгрессом по предложению генерала Майера и осуществляемый под эгидой и главным образом за счет Службы связи Соединенных Штатов. Результаты этих ежедневных наблюдений с 1875 по 1887 год были подробно опубликованы Службой сигналов вместе с графиками. Многочисленные объемистые тома этой серии, иллюстрирующие метеорологию земного шара (или, главным образом, северного полушария) изо дня в день на протяжении более чем десятилетия, являются современным аналогом “Эфемерид”, выпущенных столетием ранее Метеорологическим обществом

Пфальца, которые охватывают почти такой же промежуток времени. В последние годы усилия метеорологов были направлены на создание так называемого “réseau mondial”, или всемирной сети станций, которые будут не только предоставлять телеграфные отчеты для использования синоптиками, но и отправлять свои подробные отчеты международной комиссии для составления и публикации. Телеграфная функция этого проекта теперь вполне может быть реализована способом, который не предусматривался при первоначальном предложении плана, а именно путем трансляции сводок погоды с мощных радиостанций по всему миру.

Эффективное “всемирное бюро погоды” с постоянной штаб-квартирой и персоналом в настоящее время является наиболее неотложной задачей практической метеорологии. Такое бюро не только связало бы воедино национальные метеорологические службы мира и значительно облегчило бы их работу, но также переварило бы огромную массу существующей климатической статистики и обеспечило бы распространение климатологических исследований земного шара на регионы, где метеорологические станции немногочисленны или вообще отсутствуют.

Типичная национальная метеорологическая служба состоит из центральной станции или института, обычно, но не всегда, расположенного в столице страны, и сети или “набора” подчиненных станций, которые иногда классифицируются, в зависимости от объема проводимых ими наблюдений, как станции первого, второго и третьего порядка. С другой точки зрения, они также могут быть классифицированы как телеграфные и нетелеграфные станции. Первые предоставляют телеграфные отчеты о своих наблюдениях, которые служат основой для прогнозов, в то время как вторые ведутся главным образом для целей климатологии. В некоторых странах — особенно в Соединенных Штатах — существуют дополнительные классы станций, занимающихся определенными направлениями работы; к ним относятся станции штормового предупреждения, речные станции (которые сообщают о стадиях течения рек и количестве осадков в бассейнах рек), станции сельскохозяйственной метеорологии и т.д. Несколько великих морских держав собирают донесения с судов в открытом море, включая небольшой процент сообщений по радио. Ряд национальных метеорологических служб продолжают работу в других областях геофизики, таких как сейсмология и земной магнетизм.

Бюро погоды Соединенных Штатов является исключением из правила, согласно которому, за исключением центральных офисов, нескольких специальных станций и крупных обсерваторий, метеорологические станции, как правило, не укомплектованы профессиональными метеорологами, и наблюдателям не платят специально за их метеорологическую работу, хотя во многих случаях они являются государственными служащими, которые, как ожидается, будут проводить метеорологические наблюдения в дополнение к своим другим обязанностям. В этой стране насчитывается около 200 станций, на которых наблюдатели, которых на каждой станции от одного до дюжины или более, посвящают все свое время работе станций и являются наемными сотрудниками Метеорологического бюро, а также есть несколько сотен второстепенных станций, укомплектованных наемными работниками, работающими неполный рабочий день. Но даже в Соединенных Штатах подавляющее большинство метеорологических станций обслуживаются неоплачиваемыми наблюдателями. Существует около 4500 таких так называемых “совместных станций”, которые предоставляют основную часть климатической статистики страны.

Ниже приведены некоторые из ведущих метеорологических служб мира и места, в которых расположены их центральные офисы:

Бюро погоды США (Вашингтон), Метеорологическая служба Канады (Торонто), Метеорологическое бюро (Лондон), Национальное метеорологическое управление (Париж), Центральное управление метеорологии и геодинамики (Рим), Центральный институт метеорологии и геодинамики (Вена), Метеорологический департамент Индии (Симла), Центральная метеорологическая обсерватория (Токио), Метеорологическое бюро Содружества (Мельбурн), Метеорологический офис Аргентины (Буэнос-Айрес).

В Германии существует несколько независимых друг от друга метеорологических учреждений, из которых Прусский метеорологический институт со штаб-квартирой в Берлине является наиболее важным в области климатологии и научных исследований, в то время как Deutsche Seewarte в Гамбурге является главным центром телеграфных сводок погоды и выпускает основную карту погоды. Россия до своего краха имела одну из самых великолепно организованных метеорологических служб в мире со штаб-квартирой в Центральной физической обсерватории в Петрограде и отдельную службу сельскохозяйственной метеорологии, которая была образцовым учреждением в своем роде. На Филиппинских островах есть Бюро погоды, которое полностью отличается от Бюро погоды Соединенных Штатов. Это Бюро со штаб-квартирой в Манильской обсерватории было основано иезуитами, которые также поддерживают квазиофициальную метеорологическую службу в Китае со штаб-квартирой в обсерватории Зикавэй, недалеко от Шанхая.

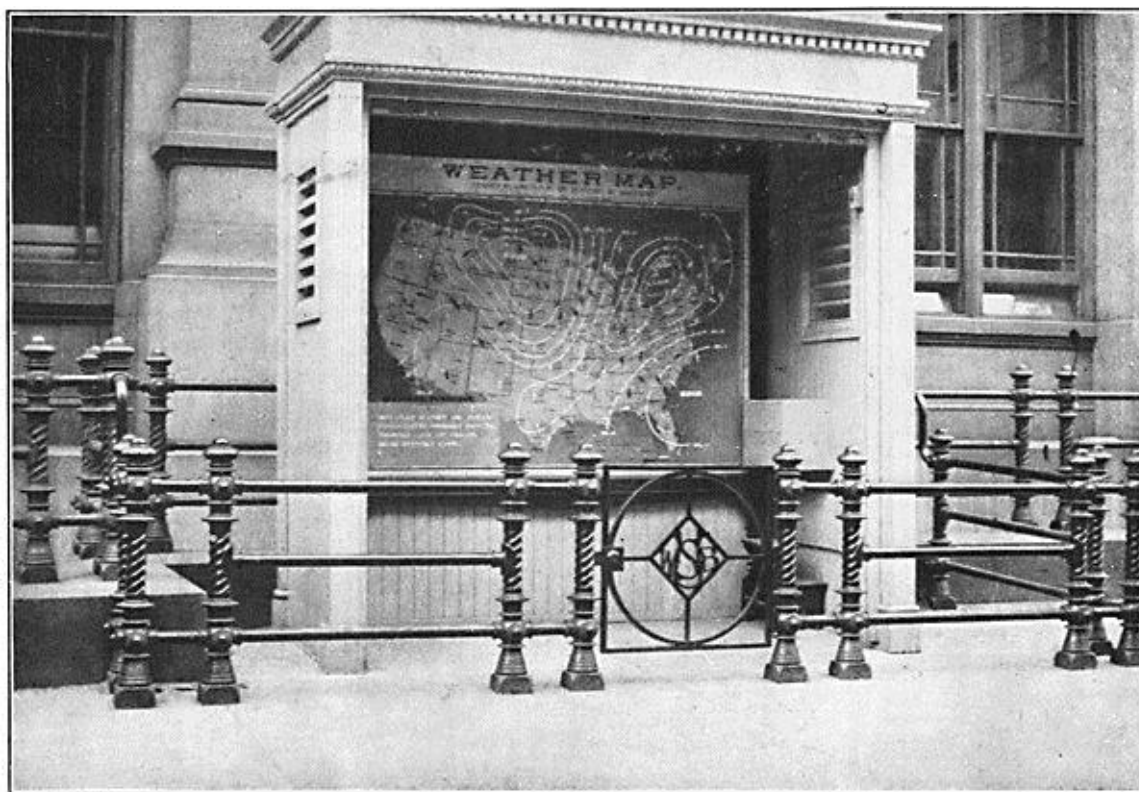
Многие метеорологические общества многое сделали для прогресса науки, а в некоторых случаях разделили обязанности официальных метеорологических служб, особенно по обслуживанию климатологических станций. К ним относятся Королевское метеорологическое общество и бывшее Шотландское метеорологическое общество в Великобритании, французское, итальянское, немецкое, австрийское и японское метеорологические общества, а также Американское метеорологическое общество, которое было основано в декабре 1919 года.

ГЛАВА XIV

КАРТЫ И ПРОГНОЗЫ ПОГОДЫ

“Forecast” — с ударением на первом слоге, когда это существительное, но часто на втором, когда это глагол, - это слово, которое метеорология сделала своим особым. Этот факт является результатом не случайности, а преднамеренности.

Основателем научного прогнозирования погоды в Великобритании был адмирал Роберт Фицрой — тот самый талантливый офицер, который исследовал побережья Южной Америки на *“Бигле”* и сопровождал Дарвина в путешествии, — и его первые прогнозы были опубликованы в 1861 году Метеорологическим отделом Министерства торговли, который находился в его ведении. Нынешнему поколению, привыкшему видеть официальный прогноз погоды в заголовке каждой ежедневной газеты, нелегко осознать смелость этого новаторского начинания. Прогнозирование погоды ранее было бесспорной прерогативой шарлатанов и шарлатанщин. Для цивилизованного правительства предпринять такое предприятие, должно быть, показалось образованной публике все равно что возложить на королевского астронома обязанность составлять гороскопы.



КАРТА ПОГОДЫ БЮРО ПОГОДЫ США НА СТЕКЛЕ

(Любезно предоставлено Бюро погоды США.)

В названии много хорошего. Несколько лет назад Бюро рыболовства Соединенных Штатов убедило американскую общественность употреблять в пищу морского окуня, изменив его название на “хариус”. Точно так же Фицрой побудил британскую общественность серьезно отнестись к его прогнозам погоды, назвав их “прогнозами”. Название прижилось; и в наши дни во всем англоязычном мире выражение “прогноз погоды” — за исключением того, что оно применяется всесторонне к предсказаниям “на большие расстояния” - означает нечто явно менее химеричное, чем обычное прогнозирование погоды.



СОЛНЦЕ ТЯНЕТ ВОДУ

(Фотография П. К. Бадлонга.)

Однако по-прежнему необходимо подчеркнуть это различие. Вероятно, среди нас есть много людей, значительно более неграмотных, которые не имеют четкого представления о том, что представляет собой научный прогноз погоды. Отличительной особенностью такого прогноза, помимо того факта, что он делается квалифицированным метеорологом, является то, что он во всех случаях основывается на карте погоды.

Машина прогнозирования большая, ее человеческий механизм разбросан по обширной территории. В конечном итоге она будет распространена по всему земному шару, и тогда у нас будут лучшие прогнозы. В небольшом руководстве под названием “Карта погоды”, опубликованном Британским метеорологическим управлением, говорится:

“Составление единого прогноза в любом из метеорологических бюро Европы, Америки, Австралии или Дальнего Востока требует организованного сотрудничества нескольких сотен человек; около сотни наблюдателей, которые фиксируют необходимые наблюдения одновременно в стольких же разных местах и передают свои отчеты телеграфистам,

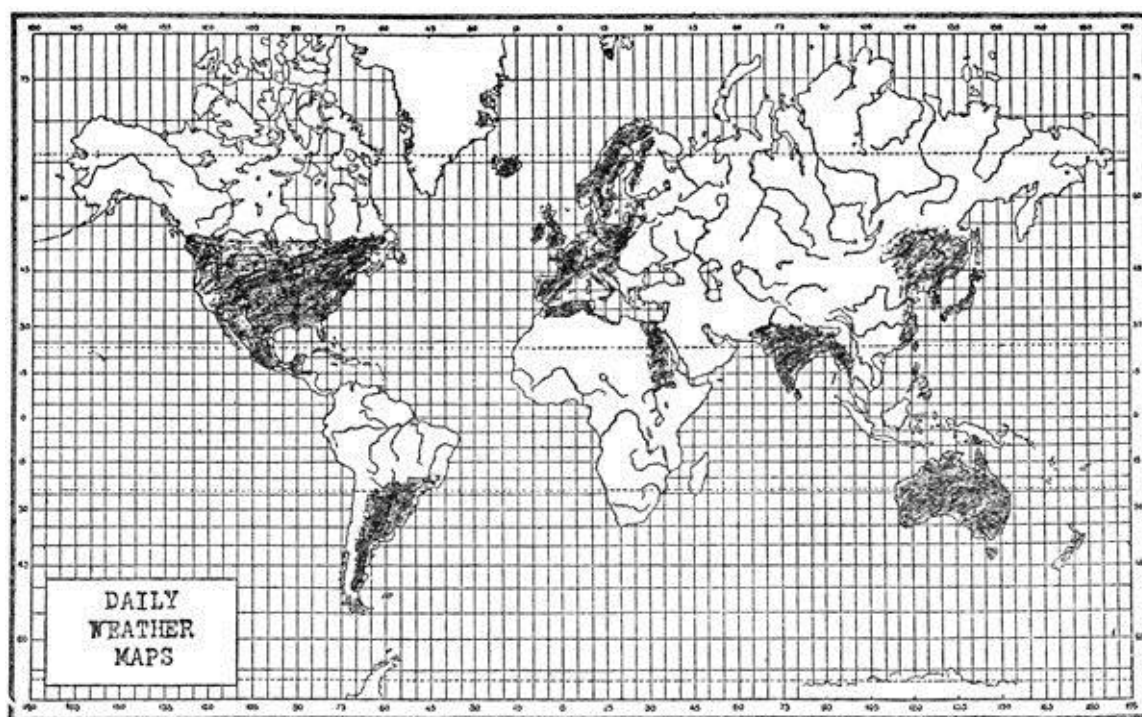
которые передают их в один центр, где эксперт-метеоролог наносит их на карту и на основе этого делает выводы, на которых основаны прогнозы. Подготовка карты является важной частью процесса. Ни один метеоролог в современном смысле этого слова не пытается прогнозировать погоду без ссылки на карту, подготовленную либо им самим, либо кем-то, с кем он находится в непосредственной связи, на основе наблюдений, переданных для этой цели по телеграфу. Никакая информация о погоде, знания о погоде или опыт не заменят карту. Чем опытнее метеоролог, тем больше он уверен в том, что все, что он может сделать без материалов для составления карты, хотя у него может быть барометр и другие инструменты под рукой, - это сделать предположение о том, как выглядит карта, и исходя из этого предположить, какими могут быть изменения погоды. Профессиональные метеорологи, находящиеся вдали от своей базы, часто сталкиваются с тем, что к ним обращаются за мнением о погоде, исходя только из знаков на небе, потому что они сведущи в таких вещах. Это именно то, чем они не являются. Привыкшие все соотносить с картой, без нее они чувствуют себя в гораздо худшем положении, чем те, кто не привык к ее использованию. Современный метеоролог мыслит картами; таким образом формируются его язык и способы выражения”.

Хотя карта погоды подготовлена, прежде всего, для использования синоптиком, который делает свои прогнозы на основе карты до того, как она выйдет за рамки стадии рукописи, у нее есть и другие важные области применения, которые оправдывают ее публикацию и широкое распространение. Карта погоды - это метеорологическая газета. Как и другие газеты, она основана на системе телеграфных сообщений и предназначена для того, чтобы держать нас в курсе того, что происходит в мире. Новости о погоде представляют общий интерес, потому что погода играет важную роль в большинстве деяний человечества. Иногда новости, которые мы читаем на лицевой стороне карты, просто удовлетворяют наше любопытство; в других случаях они оказывают нам более существенную услугу.

Чтобы проиллюстрировать многообразие целей, которым служат карты погоды, давайте рассмотрим два случая, которые, возможно, находятся на противоположных концах шкалы полезности. Наш первый случай - это случай путешественника, который просматривает карту, чтобы узнать, благоприятны ли атмосферные условия в его далеком доме в этот день для какого-либо увеселительного мероприятия на свежем воздухе в рамках семейной программы. Это мы можем описать как сентиментальное использование карты. Второй случай - это когда летчик отправляется в полет в начале дня, вскоре после того, как появилась утренняя карта. Вот случай, когда карта имеет жизненно важное значение исключительно в качестве записи текущих условий. Летчика не интересует прогноз погоды на завтра, если только он не совершает необычно длительный перелет, но его чрезвычайно волнуют ветры и погода, преобладающие вдоль его маршрута во время полета, и они, как правило, не будут радикально отличаться от условий, показанных на карте того же утра.

Поскольку погода влияет на бизнес по-разному, люди, у которых есть деловые интересы вдали от места жительства, часто имеют возможность свериться с картой погоды. Влияние погоды на урожай объясняет, почему торговцы сельскохозяйственной продукцией с большим интересом следят за картой. Владельцы судов, курсирующих по океану или Великим озерам, проявляют практический интерес к настоящему, а также к будущему местоположению штормов. И так далее. Нет необходимости расширять этот список тех, кто пользуется картой погоды, потому что массовый спрос на нее говорит сам за себя. Стоит отметить тот факт, что спрос намного превышает предложение. В этой стране Метеорологическое бюро постоянно подвергалось преследованиям со срочными просьбами о публикации карт в тех местах, где из-за ограниченных ассигнований их было невозможно опубликовать.

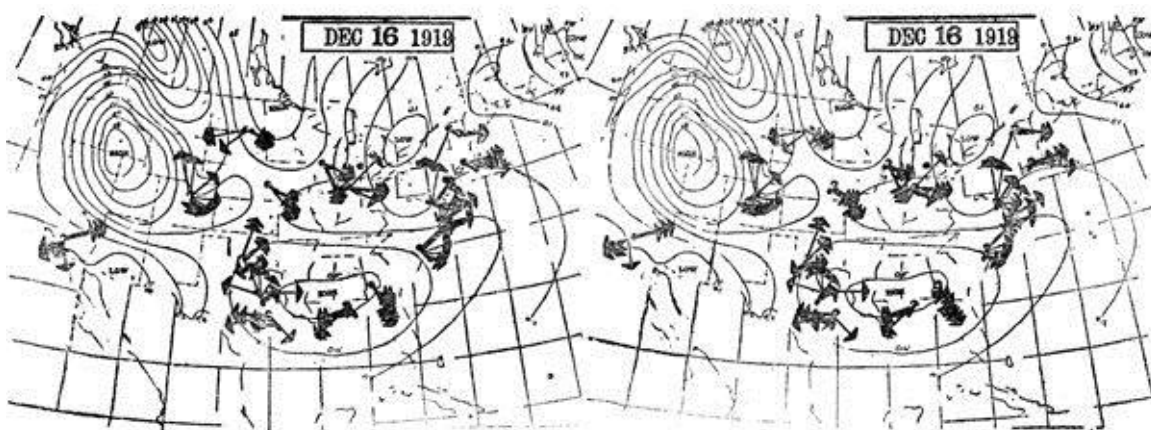
Карты погоды, опубликованные в различных частях мира, отличаются большим разнообразием деталей, хотя, конечно, у них есть много общих черт. Как правило, карта погоды охватывает более широкую территорию, чем территория страны, в которой она опубликована. Целью всегда было сделать эти публикации международными, насколько это практически возможно. Самый длинный из существующих непрерывных печатных ежедневных карт погоды, а именно созданный во Франции Леверье в 1863 году и публикуемый до сих пор, с самого начала назывался "Международный бюллетень". Он охватывает почти всю Европу, небольшую часть Африки, Исландию и Азорские острова. Другие европейские карты теперь охватывают ту же область или значительную ее часть. Перед войной российская метеорологическая служба выпустила карту, которая включала, помимо Европы, обширную зону Азии, простиравшуюся вплоть до Тихого океана. Карта Соединенных Штатов, опубликованная в Вашингтоне в ее наиболее развернутом виде, включает всю эту страну и южную Канаду, помимо представления статистических данных по более отдаленным частям мира в виде таблиц. Рукописные карты, ежедневно готовящиеся в Вашингтоне, имеют еще более широкий кругозор; они нанесены на базовую карту, охватывающую северное полушарие, и печать карты такого рода, включающей цепь станций, простирающихся по всему земному шару, была предпринята в 1914 году, но была прервана войной. Карта, опубликованная Аргентинским метеорологическим управлением в Буэнос-Айресе, охватывает более половины Южной Америки. Большинство национальных метеорологических служб выпускают карты погоды, но есть несколько, которые этого не делают. Подобные карты не публикуются ни в Южной Африке, ни в какой-либо другой южноамериканской стране, за исключением Аргентины.



УЧАСТКИ СУШИ, ВКЛЮЧЕННЫЕ В ЕЖЕДНЕВНЫЕ КАРТЫ ПОГОДЫ, ОПУБЛИКОВАННЫЕ В 1921 ГОДУ

Таким образом, по-прежнему остается много места для горизонтального расширения карты погоды, и еще больше места для ее вертикального расширения. Ежедневные карты погоды для аэронавтов (в основном карты ветра) в настоящее время более или менее

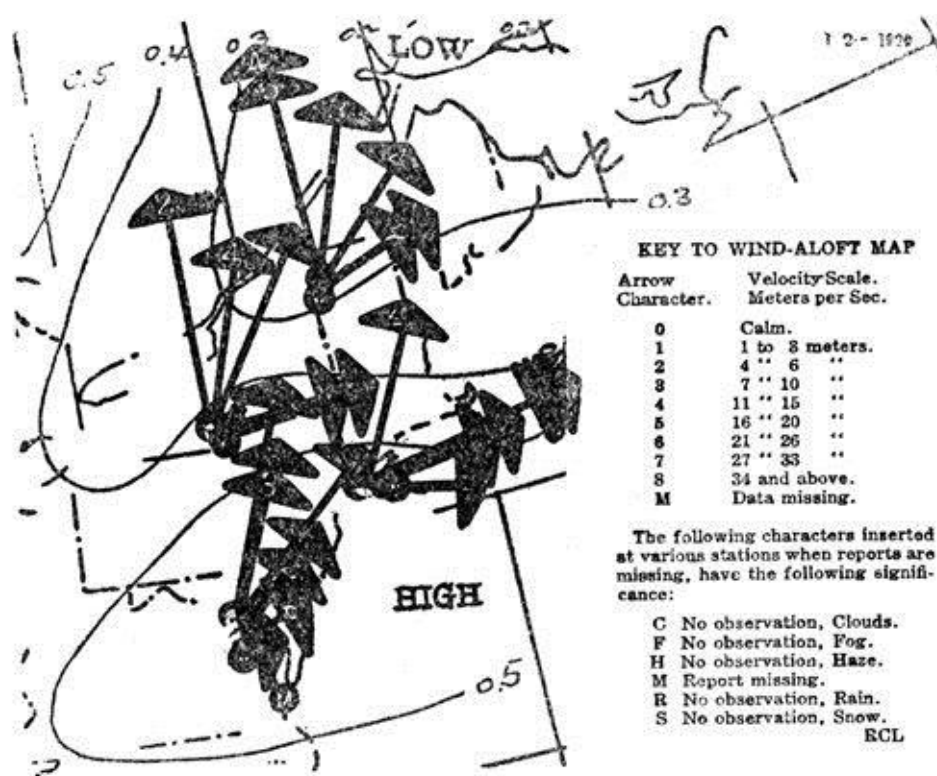
включены в программу всех ведущих метеорологических служб, и в некоторых случаях их публикация уже началась. Вероятно, первыми картами такого характера, показывающими ветры на различных уровнях над всей страной, были те, которые начали появляться в Италии в 1913 году. Британское метеорологическое управление в настоящее время публикует такие карты, на которых показаны ветры и облачность на разных уровнях над Британскими островами в три часа дня. В Соединенных Штатах карты "ветра в воздухе" готовятся ежедневно в Вашингтоне на основе отчетов станций воздушных змеев и аэростатов, но они еще не опубликованы. Более того, Бюро погоды изобрело оригинальный метод изображения ветров на нескольких уровнях на одной карте; другими словами, построение карты в трех измерениях. Это заключается в прикреплении стрелок к небольшим металлическим столбам, установленным на обычной карте погоды в точках, соответствующих расположению аэростатных станций. На каждом столбе нанесен ряд стрелок — по одной стрелке на каждый уровень, указанный на графике, — и стрелки расположены в положениях, показывающих направление ветра на каждом уровне. Цифры на наконечниках стрелок указывают силу ветра. Когда карта готова, ее фотографируют с двух разных ракурсов, чтобы получилась пара снимков, пригодных для просмотра через стереоскоп. Эти стереоскопические снимки раньше делались каждый день, и файл с ними доступен для справки и изучения.



СТЕРЕОСКОПИЧЕСКАЯ КАРТА "ВЕТРОВ НАВЕРХУ"

Есть несколько заметных различий между картами погоды, выпущенными в зарубежных странах, и картами, выпущенными в нашей стране. Таким образом, большинство зарубежных метеорологических служб публикуют две или более диаграмм на одном листе; либо для отображения различных метеорологических элементов по отдельности, либо, в большинстве случаев, для представления условий, преобладающих не только в час текущего утреннего наблюдения, но и в определенные часы предыдущего дня. Одно из трех изданий британской карты включает четыре диаграммы, соответствующие наблюдениям в четыре разных часа. С помощью таких серий карт можно наблюдать недавние изменения погоды, а также текущие условия. Карты погоды, опубликованные в Соединенных Штатах, показывают в основном условия на 8 утра по восточному поясному времени в день выпуска; хотя также указаны некоторые особенности прошлой погоды, включая изменения температур, перемещение центров штормов и т.д. Вечерние карты составляются в Вашингтоне и во многих других местах, но не публикуются.

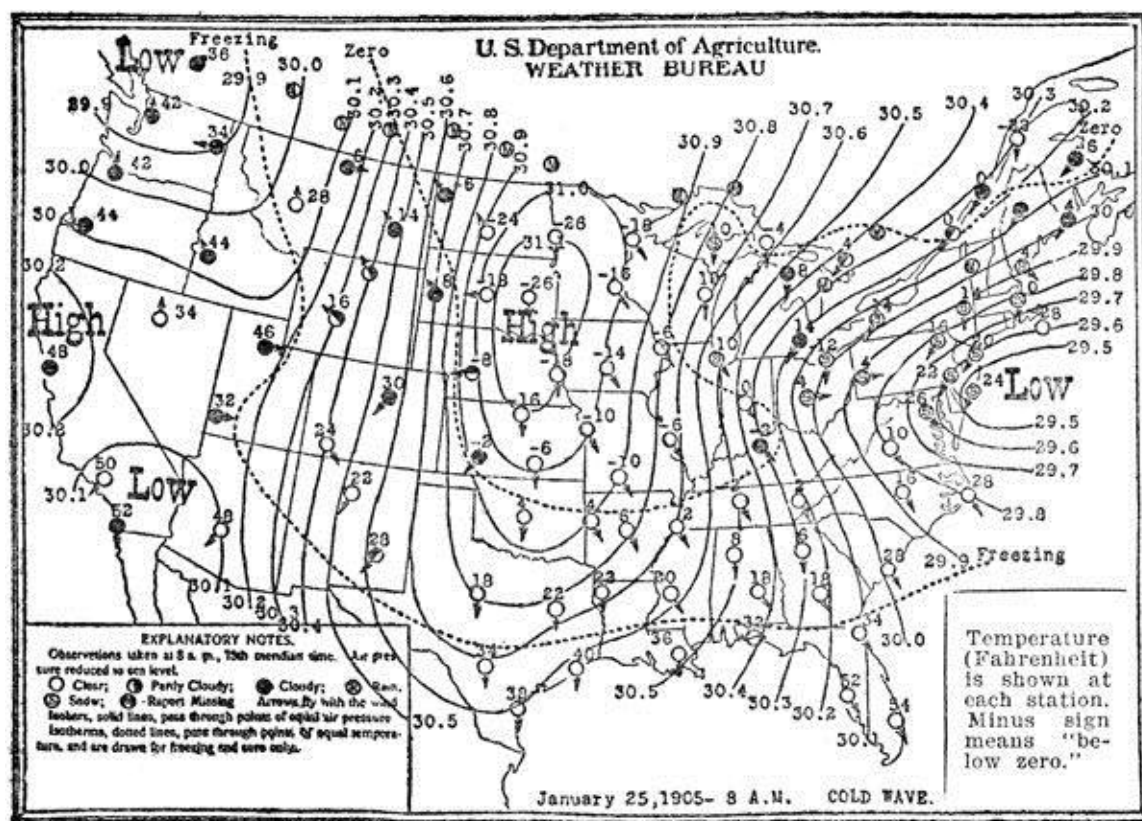
В этой стране публикация погодных карт осуществлялась в гораздо более широком масштабе, чем где бы то ни было. Вместо того чтобы выпускать карты только в одном или нескольких местах, как это принято в других частях мира, американская служба безопасности придерживалась политики публиковать их в густонаселенных центрах по всей стране. В некоторых случаях они печатаются или размножаются на местной станции Метеобюро и распространяются по почте или курьером; в других случаях они публикуются в газетах. Таким образом, ежедневный тираж карт порой достигает миллионов экземпляров. Такое полное дублирование карты стало возможным благодаря специальным договоренностям с телеграфными компаниями. Отчеты о наблюдениях в значительной степени передаются по цепям, по которым телеграфные службы, помимо пересылки местных отчетов, копируют отчеты с других станций по мере их передачи по проводам. Определенные станции, образующие связующие звенья между контурами, осуществляют передачу собранных отчетов от одного контура к другому; так что за очень короткое время свыше 150 станций получают отчеты от большого количества других станций. Карты, выдаваемые на станциях или публикуемые в газетах, как правило, довольно грубые, хотя и соответствуют своему назначению; но большая литографированная карта, выпускаемая каждый день в Центральном офисе в Вашингтоне, является самым художественным произведением такого рода, опубликованным где-либо в мире.



УВЕЛИЧЕННЫЙ УЧАСТОК СТЕРЕОСКОПИЧЕСКОЙ КАРТЫ ВЕТРА

Большие карты погоды, нарисованные цветным мелом на матовой стеклянной основе, можно увидеть на некоторых продуктовых биржах и железнодорожных станциях, на "променаде" в Атлантик-Сити и в Капитолии в Вашингтоне. В нашей стране и за рубежом экспериментальным путем были подготовлены метеорологические карты для кинофильмов, составленные на основе серии карт, показывающих условия через последовательные промежутки времени.

Отчеты, используемые при составлении карт погоды, передаются со станций шифром, чтобы сэкономить средства. В Европе для этой цели используются группы цифр, но Бюро погоды Соединенных Штатов использует словесный код, который дает то преимущество перед цифровым кодом, что, как правило, ошибки в телеграммах могут быть легко обнаружены любым человеком, знакомым с кодом. Американский погодный кодекс - это своего рода литературный курьез. В каждом из многих тысяч слов, которые он содержит, есть определенные значимые буквы, и они должны располагаться в определенной последовательности, чтобы передать необходимую информацию. Английский язык был перерыв - и несколько растянут — чтобы найти необходимые слова. Наблюдатели при шифровании своих отчетов обращаются к книге кодов, но перевод легко выполняется без книги теми, кто освоил относительно простые принципы, на которых построен код.



УПРОЩЕННАЯ КАРТА ПОГОДЫ НА 25 января 1905 ГОДА, 8 утра По ВОСТОЧНОМУ ПОЯСНОМУ ВРЕМЕНИ

Язык линий, оттенков и символов, используемых на картах погоды, можно выучить за несколько минут, и он, как правило, полностью объясняется на лицевой стороне карты. Это относится как к иностранным картам, так и к американским. Полноценную карту погоды вряд ли можно воспроизвести в книге обычных размеров. Упрощенная карта, которую мы показываем здесь, взятая из бюллетеня Бюро погоды, однако, послужит иллюстрацией некоторых особенностей таких публикаций. Читатель должен сначала зафиксировать в уме пояснения, напечатанные в нижнем левом углу карты, а затем изучить карту в свете того, что было сказано в главе VIII о циркуляции и движении максимумов и минимумов. На этой карте у нас есть исключительно хорошо развитый максимум над центром страны и ярко выраженный минимум на атлантическом побережье. Первый, с ясным небом и очень холодной погодой, представляет собой холодную волну. Последнее сопровождается широко распространенной снежной бурей и, как можно заключить по многолюдным изобарам, штормовыми ветрами.

Теперь имейте в виду тот факт, что карты, идентичные этой, за исключением того, что они содержали гораздо более подробную информацию, были выпущены во всех наиболее важных городах Соединенных Штатов утром 25 января 1905 года, примерно через пару часов после проведения утренних наблюдений, в 8 утра по восточному поясному времени. В то же утро прогнозы погоды, предупреждения о похолодании и штормовые предупреждения, сделанные на основе этой карты, были разосланы по нескольким сотням тысяч адресов по телеграфу, телефону, почте и через курьеров. Сама карта передает информацию, сравнимую по интересу с новостями об общественных событиях, опубликованными на первых страницах газет в тот же день. Прогнозы и особенно

предупреждения в таком случае стоят народу Соединенных Штатов миллионы долларов. Следующий отчет о волне похолодания содержится в Годовом отчете начальника Метеорологического бюро за 1905 год:

“Волна сильного холода поднялась над Дакотами, Миннесотой, Небраской и Айовой 24 января 1905 года, а 25-го числа накрыла центральную и верхнюю долины Миссисипи и распространилась на северные части восточных штатов Персидского залива, линия нулевой температуры достигла северного Теннесси. 26-го числа волна холода накрыла Флориду, и температура ниже нуля была зафиксирована на юге, в Тампе и Юпитере. В последнем месте минимальная температура, 24 градуса, была самой низкой, когда-либо зарегистрированной с момента основания станции Метеорологического бюро в этом месте. Значительный ущерб был нанесен апельсиновым деревьям там, где рощи нельзя было ни поджечь, ни защитить. Было дано достаточно предупреждений об ожидаемых низких температурах”.

Составление прогнозов на основе карты погоды - это тема, о которой написано несколько больших книг, и с ней нельзя очень удовлетворительно справиться за то короткое время, которым мы располагаем. Существуют два основных правила, а именно: (1) погода имеет характерное распределение по отношению к распределению барометрического давления и (2) системы давления с сопутствующими им ветрами и погодой, как правило, перемещаются с запада на восток, но эти правила требуют различных уточнений и допускают различные исключения. Таким образом, максимумы и минимумы обычно проходят довольно окольными путями, продвигаясь, в конечном счете, на восток, и иногда они прерываются или затухают. Высота, показанная на прилагаемой карте, на самом деле переместилась гораздо южнее, чем на восток, в течение следующих двадцати четырех часов, в то время как низкая точка переместилась вверх по побережью, то есть больше на север, чем на восток. Однако это были движения, ожидаемые опытным прогнозистом.

Хорошо развитые максимумы почти всегда являются областями ясной погоды, а зимой - холодной. Минимумы сопровождаются облаками и осадками; повышение температуры обычно предшествует им, а понижение температуры следует за ними. Профессиональный синоптик распознает несколько типов распределения давления, отличных от обычных максимумов и минимумов, и у них также есть свои характерные ветры и погода. Семь типичных форм изобар, классифицированных много лет назад Р. Аберкромби, следующие: Циклон; антициклон; вторичный; V-образная впадина или желоб; клин высокого давления; седловина между двумя антициклонами; и прямые изобары. На карте погоды они могут сочетаться различными способами. Специалист по прогнозированию погоды учится сознательно или подсознательно классифицировать эти комбинации и знакомится с их привычками и манерами поведения. Синоптики тратят много времени на изучение файлов погодных карт за прошлые годы; но результаты таких исследований нелегко свести к определенным утверждениям. Научное прогнозирование на его нынешнем этапе является почти полностью эмпирическим. Зависимость изменений погоды от явлений атмосферной циркуляции, как правило, легко понять, но капризы ветров и давления по-прежнему в основном остаются загадочными; несмотря на такие интересные разработки, как (1) широко обсуждаемые правила М. Габриэля Гильбера для прогнозирования движения барометрических понижений по аномалиям силы и направления ветров; (2) систематическое нанесение на карту “изаллобаров”, или линий равного изменения давления, особенно связанных с именем доктора Нильса Экхольма; и, наконец, (3) гипотеза о резкой демаркационной линии между массами экваториального и полярного воздуха вдоль так называемого “полярного фронта”, составляющая основу системы прогнозирования, зародившейся в Геофизическом институте Бергена, Норвегия, и оказавшей заметное влияние на методы синоптиков в других частях мира.

Что касается практических результатов этого эмпирического искусства, то один чрезвычайно важный момент обычно упускается из виду общественностью, когда она жалуется на ошибки прогнозистов. От него требуется изо дня в день делать прогнозы погоды, независимо от того, какая карта лежит перед ним. Иногда карта настолько невыразительна (или, как говорят синоптики, “плоская”), что на ней практически нет того, на чем можно строить прогноз. В другое время здесь наблюдается изобилие особенностей, но они находятся в процессе быстрых и приводящих в замешательство изменений. В любом случае обычный прогноз погоды на каждый день, скорее всего, не соответствует действительности. Более яркой стороной этой картины является то, что атмосферные явления, которые имеют большое значение в долларовом эквиваленте и ставят под угрозу человеческие жизни, не обнаруживаются на “плоских” картах, а когда они появляются на карте, то, как правило, ведут себя простым и незамысловатым образом. Другими словами, такие события, как сильные штормы и холодные волны, гораздо легче предсказать, чем обычную погоду, и именно успешное предсказание этих событий составляет главный *смысл существования* дорогостоящей телеграфной службы прогнозирования.

Поскольку прогнозы погоды служат различным целям, метеорологическими службами было разработано множество различных видов прогнозов и предупреждений. В этой стране существуют, прежде всего, районные прогнозы и местные прогнозы; первые, охватывающие целые штаты и группы штатов, выпускаются в нескольких основных центрах прогнозирования, в то время как вторые, относящиеся к одному городу и его окрестностям, выпускаются на большом количестве обычных станций Метеобюро. Существует длинный список прогнозов и предупреждений, предназначенных для особых слоев населения; действительно, специализация прогнозов зашла так далеко, что отдельный гражданин или отдельная коммерческая фирма, как правило, могут получить, запросив это, прогноз любой заданной предсказуемой особенности погоды для конкретного места. Установленные типы специальных прогнозов, выпускаемых регулярно или когда того требуют условия, включают прогнозы ветра и погоды и штормовые предупреждения для моряков; прогнозы грузоотправителей, касающиеся температур, вредных для скоропортящихся товаров; авиационные прогнозы; предупреждения о “противопожарной погоде”, выпускаемые, когда погода способствует возникновению пожаров в лесах запада; предупреждения о лавинах; и несколько различных видов советов в интересах сельского хозяйства и садоводства. Метеорологическое бюро Соединенных Штатов, хотя оно и не является единственной ветвью власти, которая занимается гидрологией, именно на него возложена обязанность по составлению прогнозов состояния рек и предупреждений о наводнениях. Для этой цели поддерживается тщательно продуманная организация, и результаты оказываются чрезвычайно успешными.

Период времени, на который распространяется официальный прогноз погоды, обычно составляет от одного до двух дней. В этой стране утренний прогноз обычно дается на 36 часов с 8 утра, а вечерний - на 48 часов с 8 вечера, но иногда этот период продлевается еще на один день. В течение нескольких лет Бюро погоды каждую субботу выпускало прогноз погоды в довольно общих выражениях, касающийся всей следующей недели. Эти долгосрочные прогнозы составлены для обширных районов страны, таких как штаты Северной и Средней Атлантики, долины Огайо и Теннесси, а также район Великих озер. “Из еженедельного прогноза, ” говорится в официальном издании, - фермер может знать, безопасно ли скошивать сено в начале недели или лучше подождать до конца недели; а торговец продуктами может знать, безопасно ли в определенное время ранней весной отправлять вагон клубники на северный рынок”. Британское метеорологическое управление придерживается более осторожного плана. Его регулярные прогнозы составляются на двадцать четыре часа, но иногда, когда условия достаточно стабильны, делаются

объявления о так называемом “дальнейшем прогнозе”. То же самое ведомство рассылает уведомления в сельскохозяйственные округа, когда в программе появляется хорошая погода, благоприятная для сенокоса или чего-то подобного.

Есть несколько официальных метеорологических учреждений, которые приступили к гораздо более амбициозным начинаниям в области долгосрочного прогнозирования. Классический пример - Метеорологическое управление Индии, которое публикует сезонные прогнозы количества осадков с 1882 года. Первоначально они были основаны на сообщениях о снегопадах в Гималаях, аномалии которых, как отмечалось весной, по-видимому, связаны с интенсивностью последующих муссонных дождей. В конце концов индийские метеорологи начали искать в более отдаленных регионах ключи к разгадке характера времен года в Индии, и они считают, что нашли их; атмосферное давление в Южной Америке и на Маврикии, количество осадков на Занзибаре и Сейшельских островах, разлив Нила и летние дожди в Австралии - все это, по-видимому, имеет некоторое отношение к метеорологическим условиям в Индии.

Изучение взаимосвязей погоды во всем мире, хотя в целом, как в только что упомянутом случае, оно не легло в основу официальных прогнозов, привлекло внимание очень многих способных метеорологов. На другой странице мы говорили о “центрах действия”, которые, по-видимому, являются такими важными индикаторами изменений в циркуляции атмосферы с сопутствующими колебаниями погоды. Телеграфные сообщения из некоторых из этих центров, в том числе об исландском и Алеутском минимумах, а также о максимумах в Сибири и на Азорских островах, помогли Метеобюро составить свои еженедельные прогнозы. Предпринималось много попыток предсказать погоду на месяцы вперед по колебаниям температуры воды в разных частях океана или по распределению морского льда в высоких широтах. Другим направлением атаки на проблему долгосрочного прогнозирования являются наблюдения за солнечной активностью, на что указывают колебания солнечной радиации, распространенность солнечных пятен и т.д. Наконец, огромное количество энергии было затрачено на попытки обнаружить определенные циклы или периодичность в самой погоде, независимо от их причин. Тридцатипятилетний период выпадения осадков и колебаний температуры, объявленный в 1890 году профессором Э. Брюкнером, нашел место во всех современных учебниках по метеорологии, а несколько других предполагаемых погодных периодов стали предметом серьезного обсуждения.

Из всего этого следует, что профессиональный метеоролог вовсе не склонен сбрасывать со счетов попытки долгосрочного прогнозирования погоды, при условии, что они сделаны честно и разумно. К сожалению, подавляющее большинство людей, которые во все века предавались такого рода прорицаниям — а имя им легион, — были либо нечестными, либо невежественными, либо и тем и другим вместе. Мир по-прежнему богат ими, и они, несомненно, являются занозой в теле научного прогнозиста, который иногда видит, как общественность путает его прогнозы с их собственными, и которого обычно обвиняют в зависти и ограниченности мышления, потому что он отказывается признать братство с чудаками и самозванцами, которые околачиваются на задворках его профессии.

Шарлатанские прогнозы погоды почти всегда делаются на длительные периоды вперед, и их популярность зависит от того факта, что они дают публике нечто — каким бы ошибочным это ни было, — чего наука не пытается дать. Составление таких прогнозов представляется особенно простым способом приобретения как славы, так и состояния. В нашей стране вряд ли когда-либо было время, когда какой-либо представитель этой отрасли не пользовался общенациональной репутацией. Однако отрадно констатировать, что в зарубежных странах рождаются такие же знаменитости. Доктор Густав Хеллманн,

пишущий в Германии, недавно опубликовал чрезвычайно интересный отчет о знаменитых "пророках погоды" 19-го и 20-го веков. Их географическое распределение приведено следующим образом: Бельгия - 2; Германия - 36; Англия - 25; Франция - 14; Италия - 2; Австро-Венгрия - 8; Россия - 1; Швеция - 1; Швейцария - 5; Испания - 2; Северная Америка - 9. Список Соединенных Штатов, безусловно, явно неполный, но нам не нужно печалиться по поводу того факта, что слава американских пророков, исключенных из списка, не распространилась на Старый Свет.

Альманах, как и всегда, является главным оплотом долгосрочного прогнозирования погоды. Никто не знает, насколько серьезно публика воспринимает прогнозы альманаха или предполагают, что таковыми будут издатели. Следует опасаться, что процент населения, которое "клянется ими", весьма значителен. Издатели альманаха, несомненно, оказали бы общественную услугу и, возможно, избавили бы себя от некоторых угрызений совести, если бы они приложили к своим прогнозам погоды заявление о том, что, подобно портрету джентльмена, демонстрирующего свою анатомию знакам зодиака на первой странице книги, они публикуются просто ради соблюдения старого обычая, и если бы они завершали каждый альманах следующим откровенным признанием, которое мы находим в "Альманахе и прогнозах" Габриэля Френда на 1589 год:

Ты угадал мое предположение о погоде на день

Здесь присутствует в твоём представлении.

Моя заслуга не зависит от этого

Что каждое слово - правда:

И все же некоторым, чтобы угодить, я подумал, что так будет лучше

Чтобы показать свою сущность остальным.

ГЛАВА XV

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ

Многие фермеры жалуются на погоду. Место действия - Огайо, июль и преобладающая культура кукурузы (то есть маис).

Фермеры жаловались на погоду с незапамятных времен. Интересным моментом в этом конкретном случае является то, что два ворчуна не согласны с тем, что не так. Фермер А считает, что кукурузе нужен дождь. Фермер Б заявляет, что на данном этапе дождь принесет больше вреда, чем пользы. Обилие теплого солнечного света, по его мнению, является правильным рецептом для обеспечения “богатого” урожая. Конечно, Провидение поступает так, как ему заблагорассудится, и какая бы погода ни наступила, поскольку ее нельзя вылечить, нужно терпеть; но это вопрос как практического, так и академического интереса - заблаговременно получить представление о том, каким будет ваш урожай, и погода, вероятно, будет решающим фактором. Более того, очень важным фактом является то, что наши два фермера расходятся во мнениях относительно того, какое атмосферное благословение используется по умолчанию. Больно размышлять о том, что огромное количество ворчаний по поводу погоды со стороны деревенского сообщества, должно быть, в тот или иной момент было неправильно использовано. Вполне правдоподобно предположить, что фермеры иногда до смерти беспокоились из-за метеорологических явлений, которые были либо безвредны, либо действительно полезны для их посевов.

Как мы можем прийти к фактам? Признавая, как это делают все, что погода оказывает огромное влияние на жизнь растений, поддается ли это влияние анализу? Есть ли в нем что-то определенное? Разве воздействие различных атмосферных условий не настолько переплетено друг с другом, а также с воздействием почвы и методов возделывания, не говоря уже о насекомых и болезнях растений, что сводит на нет все попытки оценить их по отдельности?

Существует новая отрасль прикладной науки, которая учит фермеров правильно ворчать по поводу погоды. Она называется Сельскохозяйственной метеорологией. Как целостная отрасль знаний, этот предмет настолько нов, что первый официальный учебник по нему на английском языке был опубликован в 1920 году. Случилось так, что автор этой книги, профессор Дж. Уоррен Смит из Бюро погоды Соединенных Штатов, начал свои исследования в новой области с тщательного изучения связи погоды с урожайностью кукурузы в Огайо. Давайте посмотрим, какой свет его исследования проливают на спорный вопрос между нашими друзьями А и Б.

День за днем и год за годом основные атмосферные условия наблюдаются и измеряются в большом количестве точек, разбросанных по штату Огайо, как и по всему Союзу, и полученные таким образом данные тщательно собираются, суммируются, усредняются и иным образом обсуждаются должностными лицами Бюро погоды. Таким образом, доступен большой объем подробной статистической информации о погоде для сравнения со

статистикой, собранной другими агентствами относительно урожайности сельскохозяйственных культур и их состояния на различных стадиях роста.

Проведенный профессором Смитом анализ архивов штата Огайо выявил факт столь большого практического значения, что одного этого открытия достаточно, чтобы отнести сельскохозяйственную метеорологию к числу наиболее плодотворных отраслей знаний, культивируемых человечеством. Он обнаружил, что успех сбора урожая кукурузы в Огайо зависит главным образом от количества дождей, выпадающих в июле месяце. Нормальное количество осадков в этом месяце для штата составляет 4 дюйма, в то время как средняя урожайность кукурузы за последние шестьдесят лет составляла 34,5 бушеля с акра. Сравнивая значения для отдельных лет, было обнаружено, что урожайность поразительно чувствительна к отклонениям от нормы количества осадков в июле, и особенно это заметно, когда количество осадков составляет чуть больше или менее 3 дюймов. Вблизи этой критической точки выпадения осадков изменение количества осадков на *одну четвертую дюйма* в июле означает изменение стоимости урожая кукурузы в Огайо почти на 3 000 000 долларов, а изменение на полдюйма приводит к среднему изменению стоимости урожая более чем на 7 500 000 долларов. Когда среднее количество осадков за июль превысит 5 дюймов, вероятный урожай кукурузы будет более чем на 27 000 000 бушелей выше, чем при среднем количестве осадков менее 3 дюймов. Другими словами, эта разница в количестве осадков в июле на 2 дюйма добавляет 13 650 000 долларов к доходу, получаемому фермерами штата Огайо только от кукурузы.

Колебания температуры в июле в Огайо сравнивались с колебаниями урожайности кукурузы, в результате чего температура месяца, по-видимому, оказывает незначительное влияние на урожай. Таким образом, мы обнаруживаем, что фермер А был прав, а фермер Б ошибался; но оба они просто выражали личные мнения, основанные на незначительной сумме опыта. Наука покоится на более надежном фундаменте.

Хотя случай с урожаем кукурузы в Огайо, вероятно, проще, чем большинство тех, с которыми приходится иметь дело сельскохозяйственной метеорологии, по той причине, что в данном случае решающее значение имеет отдельный метеорологический элемент, он иллюстрирует правило довольно общего применения, которое недавно обнаружилось; а именно, что в процессе роста любой конкретной культуры обычно существует довольно короткий “критический период”, когда она наиболее чувствительна к влиянию погоды. Для кукурузы на значительной территории севера Соединенных Штатов этим периодом является июль, или, более конкретно, в Огайо - интервал с 11 июля по 10 августа. Количество осадков и температура в другие месяцы оказывают, однако, определенное, хотя и незначительное влияние, которое можно оценить для тех же регионов.

Что касается американского “кукурузного пояса” в целом, то неясно, насколько применимы правила, выведенные для штата Огайо. Профессор Смит был склонен рассматривать количество осадков в июле как доминирующий фактор для всего этого региона; так что, например, разница в количестве осадков в 1 дюйм (а именно, общее количество за июль составило 4,4 дюйма или более по сравнению с 3,4 дюйма или менее) считалась ответственной за увеличение урожая кукурузы на 500 000 000 бушелей в восьми основных штатах, выращивающих кукурузу. Также было заявлено, что в четырех штатах Индиана, Иллинойс, Айова и Миссури увеличение количества осадков на полдюйма в июле означало увеличение стоимости урожая на 150 000 000 долларов. Однако эти цифры были оспорены, и этот вопрос все еще находится в стадии обсуждения.

Изучение критических периодов для различных сельскохозяйственных культур и определение количества тепла и влаги, наиболее благоприятных для успешного сбора урожая в такие периоды, можно рассматривать как ведущую задачу агрометеоролога.

Наиболее сложные исследования такого характера были проведены в России профессором П. Бруновым, который основал в 1896 году метеорологическое бюро при Министерстве сельского хозяйства с разветвленной сетью станций, разбросанных по всей Российской империи. Это бюро сильно отличалось от обычной метеорологической службы, находившейся под руководством Центральной физической обсерватории в Санкт-Петербурге. Незадолго до войны у профессора Брунова работало 150 станций; большинство из них предназначалось для наблюдения за влиянием погоды на ведущие зерновые культуры, хотя некоторые изучали соответствующие взаимосвязи в садоводстве или животноводстве. Каждая сельскохозяйственная станция представляла собой небольшой участок земли, на котором год за годом выращивалась определенная последовательность культур при максимально однородных условиях возделывания, единственным изменяющимся фактором была погода. Метеорологические приборы были установлены в непосредственной близости от исследуемых установок. До 1914 года Брунов определил критические периоды для большинства сельскохозяйственных культур, выращиваемых в России, и опубликовал большое количество информации по этому вопросу, которая могла быть использована российскими фермерами на практике.

Возможно, читателю не сразу станет ясно, как именно можно использовать такую информацию. Фактически, ее практическое применение варьируется в зависимости от обстоятельств. Прежде всего, знание критических периодов и погодных условий, предъявляемых к посевам в эти периоды, позволяет фермеру выбирать свои культуры и планировать свои сельскохозяйственные операции на основе климатической статистики. Брунов опубликовал серию графиков, показывающих вероятность засушливой погоды, выведенную на основе многолетних наблюдений, для каждого десятидневного периода в течение сельскохозяйственного года для каждой части европейской части России. Имея в нашем распоряжении такие графики и зная, через какое время после посадки каждая культура достигает критического периода с точки зрения влажности, мы можем легко оценить вероятный успех данной культуры, посаженной в данное время и в данном месте; по крайней мере, в той мере, в какой это определяется количеством осадков. Если температура или другие метеорологические условия имеют особое значение в критические периоды, нам понадобятся дополнительные климатические карты. Конечно, погода в любой конкретный год может сильно отличаться от средних климатических показателей, но в долгосрочной перспективе урожай будет процветать пропорционально тому, насколько его критические периоды совпадают с наступлением благоприятной погоды, о чем свидетельствуют климатические данные. Будет видно, что это совершенно иная идея, чем традиционная, согласно которой определенной культуре нужен “влажный климат”, другой - “жаркий климат” и т.д. Теперь агроном просит человека науки сказать ему, *когда* между посадкой и сбором урожая тепло или влага имеют жизненно важное значение для культуры, и *в каком количестве* каждый из них даст наибольший урожай.

В регионах, где практикуется орошение, фермеру, очевидно, выгодно знать, на какой стадии роста урожай становится чувствительным к количеству получаемой влаги. В течение большей части своей жизни растение может быть совершенно безразлично к влаге, и в такое время полив был бы расточительным. Фермеру необходимо знать не только, когда наступил критический период, но и каковы потребности в воде в этот период. Слишком много воды может быть так же вредно, как и слишком мало.

Даже когда сельскохозяйственная практика игнорирует правила, установленные агрометеорологом, знание этих правил может быть с большой пользой применено для прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур. Вряд ли нужно говорить любому фермеру или бизнесмену, что точные прогнозы урожая являются крайне важным экономическим желанием. Правительство Соединенных Штатов содержит армию из более

чем 200 000 репортеров-добровольцев по растениеводству под наблюдением штата экспертов с целью ежемесячного определения состояния каждой сельскохозяйственной культуры и ее предполагаемого урожая. Что касается ежемесячных объявлений Бюро оценки урожая, профессор Х. Л. Мур из Колумбийского университета говорит:

“Сырьевые рынки находятся в состоянии нервного ожидания по мере приближения времени официальных прогнозов, потому что на карту поставлены большие ценности. Было подсчитано, что в случае только с урожаем хлопка ошибка в прогнозах, которая должна привести к снижению цен на хлопковый пух на один цент за фунт, привела бы — при условии, что урожай будет равен урожаю 1914 года, — к потере фермерами восьмидесяти миллионов долларов. Огромные суммы, поставленные на карту, и опасности, связанные с манипулированием рынками в интересах спекулянтов, когда нет официальной оценки, используются для оправдания больших ежегодных затрат на наем многочисленных корреспондентов, клерков и экспертов”.

Профессор Мур - один из тех, кто указал, что прогнозы, основанные на фактическом состоянии растущих культур, могут быть значительно улучшены с помощью математического анализа сводок погоды из различных регионов, в которых выращиваются эти культуры. Фактически, он заходит так далеко, что утверждает, что гораздо лучшие прогнозы можно делать только на основе сводок погоды, чем на основе отчетов о состоянии посевов. Является ли эта точка зрения чрезмерно оптимистичной или нет, само собой разумеется, что точные данные, которые сейчас получает сельскохозяйственная метеорология, не могут не повысить точность прогнозов урожая.

Конечно, все, кто связан с покупкой или продажей сельскохозяйственной продукции, всегда с большим интересом следили за погодой, и она была одним из главных факторов, определяющих рост и падение цен. На продовольственных биржах по всей территории Соединенных Штатов ежедневно поступают сводки погоды из сельскохозяйственных округов, и во многих из них каждое утро сотрудник Метеорологического бюро рисует подробную карту погоды специально для этой цели. Бюро приняло различные другие меры для предоставления столь желанной информации о погоде, поскольку она влияет на урожай, а также на животноводство. В течение “вегетационного периода” в районах выращивания хлопка, кукурузы, пшеницы, сахара, риса, ракичника и крупного рогатого скота соответствующие центры получают телеграфные сообщения об осадках и суточных экстремальных температурах от подстанций в соответствующих регионах, и они распространяются в форме бюллетеня. Каждый местный центр, помимо публикации подробных отчетов из своего региона, выпускает сокращенные отчеты из всех остальных. Бюро также каждую неделю в течение сельскохозяйственного сезона выпускает “Национальный бюллетень погоды и урожая” с текстом и диаграммами, в которых излагаются текущие условия влажности, температуры и т.д., а также состояние посевов во всех частях страны.

Однако использование этих прогнозов погоды дилерами и фермерами очень далеко от того, чтобы быть сведенным к науке. Некоторые из этих людей, это правда, часто способны с помощью чисто инстинктивного процесса дедукции делать успешные прогнозы урожайности сельскохозяйственных культур на основе тщательного изучения погоды, а другие разработали собственные грубые правила для той же цели; но агрометеоролог подходит к проблеме по-другому. За последнее десятилетие был достигнут огромный прогресс в применении математической теории *корреляции* к этой проблеме. Этот раздел математики, первоначально разработанный главным образом для статистических исследований в биологии Гальтоном, Пирсоном и другими, в настоящее время широко используется метеорологами не только для изучения влияния погоды на урожай, но и для

выяснения того, какие соответствия или взаимосвязи существуют между изменениями погоды в разных частях света, а также между погодой и солнечными пятнами, статистикой погоды и жизнедеятельности и т.д.

Иногда, когда фермеры не расходятся во мнениях по поводу благоприятной и неблагоприятной погоды для посевов, они придерживаются общих мнений, которые сельскохозяйственная метеорология не в состоянии подтвердить. Иллюстрацией может служить идея о том, что хороший снежный покров в течение зимы благоприятствует урожайности озимой пшеницы. Очевидно, это одна из множества популярных идей, которые основаны просто на обманчивом фундаменте “все так говорят”. Смит исследовал статистику пшеницы в Огайо, а Си Джей Рут - в Иллинойсе. В обоих случаях их результаты опровергают преобладающее мнение. Профессор Смит находит “некоторые свидетельства, указывающие на то, что пшеница имеет лучшие перспективы, если она не покрыта снегом в январе месяце”, в то время как г-н Рут утверждает, что в целом “за зимами с небольшим количеством снега следуют хорошие урожаи пшеницы, а за зимами с сильным количеством снега - низкие урожаи”.

Изучение взаимосвязи между погодой и сельскохозяйственными культурами на самом деле является разделом науки более широкого охвата, известной как *фенология*. Эта наука посвящена исследованию всех периодических явлений растительной и животной жизни, которые контролируются погодой. В некоторых частях мира существуют большие группы фенологических наблюдателей, которые год за годом ведут учет появления листьев, цветения и плодоношения как диких, так и культурных растений, миграций и первых песен птиц, а также различных других событий биологического характера, которые повторяются в зависимости от времени года. Со временем на основе таких записей становится возможным вычислить обычные даты этих событий; и затем, в любом конкретном году, сравнение фактических дат с обычными показывает, наступил ли сезон рано или поздно и на сколько дней. Фенологические наблюдения за растениями также позволяют составлять диаграммы, показывающие обычную смену сезонов в стране, выраженную в терминах растительной жизни, и такие диаграммы часто являются более ценными для агронома или садовода в качестве руководства при выборе сортов для выращивания и при определении сроков его операций, чем любые диаграммы, которые могут быть составлены на основе обычных климатических данных. Несколько замечательных карт такого рода были составлены для некоторых частей Европы.

Существует множество практических применений фенологии в сельском хозяйстве, и их было бы больше, если бы фенологические наблюдения проводились более широко по всему миру. Хорошие фенологические карты различных регионов, например, значительно облегчили бы работу по интродукции иностранных растений, проводимую Бюро растениеводства Соединенных Штатов. В Соединенных Штатах фенологические наблюдения систематически проводились с 1850 по 1863 год, но впоследствии в этом направлении проводилась лишь разрозненная работа. Наиболее полная индивидуальная запись ведется Томасом Майкселлом с 1873 по 1912 год в Уосоне, штат Огайо, и полностью опубликована Бюро погоды в 1915 году.

Старое правило американских фермеров, унаследованное от индейцев, согласно которому сажать кукурузу нужно тогда, когда лист белого дуба “размером с мышиное ухо”, иллюстрирует возможность использования так называемых “растений-указателей” местной флоры в качестве ориентиров при ведении сельского хозяйства. Профессор А. Д. Хопкинс пишет по этому поводу:

“Если таких направляющих растений нет на ферме, их можно найти среди декоративных деревьев и кустарников, а также выносливых цветущих растений других населенных

пунктов или стран и пересадить. Было установлено, что периодическое опадение цветочных сережек каролинского тополя является одним из лучших ориентиров для определения общего раннего или позднего характера одного сезона по сравнению со средним показателем, в то время как раскрытие листовых почек и распускание листьев служат надежными ориентирами для продвижения весны. Различные виды магнолий в их чередовании цветения служат отличными ориентирами по темпам наступления весны и времени для выполнения различных видов работ. Декоративные спиреи, дейции, диервиллы, вьющиеся розы и клематисы среди декоративных растений, а также кизил, служебное дерево, краснокнижие и дубы среди местных деревьев ближнего и восточного регионов Соединенных Штатов более или менее постоянны в своей реакции на преобладающие местные влияния, которые указывают на время посадки определенных полевых и садовых культур. Раскрытие листьев и цветочных почек, а также цветение обычных фруктовых деревьев и кустарников почти на каждой ферме служат более или менее надежными ориентирами в отношении времени проведения опрыскивания при определенных заболеваниях насекомых и растений”.

Доктор Хопкинс разработал интересное правило, известное как “биоклиматический закон”, согласно которому периодические изменения в жизни растений и животных происходят на территории Соединенных Штатов со скоростью 1 градус широты, 5 градусов долготы и 400 футов над уровнем моря каждые четыре дня — на север, восток и вверх весной, и на юг, запад и вниз осенью. Таким образом, когда дата какого-либо фенологического явления известна для одного населенного пункта, она может быть приблизительно определена для любого другого. Этот закон позволил Министерству сельского хозяйства опубликовать правила общего применения, касающиеся наилучшего времени для посева озимой пшеницы, чтобы избежать разрушительного действия гессенской мухи, что позволило американским фермерам сэкономить многие миллионы долларов. Тот же закон может быть использован и в различных других прибыльных целях.



САДОВЫЕ ОБОГРЕВАТЕЛИ В ДЕЙСТВИИ. Экономичное использование этого метода защиты от замерзания зависит от точных прогнозов подходящего времени для “поджигания” сада.

(Предоставлено компанией Hamilton Orchard Heater Co.)

Бюро погоды Соединенных Штатов является филиалом Министерства сельского хозяйства с 1890 года, и очень большая доля его рутинной работы посвящена сельскохозяйственным интересам страны. Собранная им климатологическая статистика незаменима во многих областях сельскохозяйственных исследований, помимо предоставления разнообразной информации, имеющей практическую ценность для фермеров. Бюро разработало ряд специальных типов прогнозов для отраслей сельского хозяйства; таких как прогнозы на три-четыре дня вперед о благоприятной погоде для скашивания люцерны; прогнозы о погоде, неблагоприятной для стрижки овец; уведомления для производителей фруктов о периодах засушливой погоды, в которые следует опрыскивать фруктовые деревья; и предупреждения о периодических летних ливнях, которые нанесли бы огромный ущерб крупной индустрии сушки изюма в Калифорнии, если бы не бдительность синоптиков и эффективные меры, принятые самой отраслью для распространения предупреждений и принятия мер в соответствии с ними. Конечно, обычные ежедневные прогнозы погоды, штормовые предупреждения и предупреждения о похолодании во многих отношениях ценны для аграриев, и Бюро приложило большие усилия для оперативного предоставления такой информации и ее широкого распространения в сельских округах. Прогнозы обычно вывешиваются в почтовых отделениях, и во многих случаях сельские телефонные станции подключены к работе для регулярного распространения информации о погоде среди всех своих абонентов. Некоторые станции подают сигнал каждое утро, когда прогноз готов к распространению. Наконец, беспроводный телеграф и беспроводный телефон, которые в ближайшем будущем станут частью оборудования каждой современной фермы, представляют собой идеальные каналы для распространения новостей о погоде и уже широко используются для этой цели.



СНЕГОУБОРЩИК ЗА РАБОТОЙ. Обратите внимание на цилиндрический пробоотборник снега с зазубренной режущей кромкой и пружинные весы для взвешивания пробы снега
(фотография Дж. К. Аллера.)



СНЕЖНЫЕ КАТКИ, или СНЕЖНЫЕ КОМЬЯ, ПРИНЕСЕННЫЕ ВЕТРОМ, НА ЛУЖАЙКЕ В ПОТСДАМЕ, НЬЮ-ЙОРК
(Фотография Т. Дж. Муна.)

Остается упомянуть различные шаги, предпринятые Метеорологическим бюро для защиты сельского хозяйства от ночных заморозков весной и осенью, в виде специальных механизмов прогнозирования, публикации графиков заморозков и широкого спектра научных исследований. Мероприятия Бюро в этом направлении являются лишь частью, хотя и ведущей, масштабной кампании по защите от замерзания, которая проводится научными и официальными учреждениями в этой стране в большем масштабе, чем где-либо еще в мире.

Морозы, классифицируемые по своей тяжести как “легкие”, “сильные” и “смертоносные”, наиболее вероятны весной и осенью, когда обширная область высокого атмосферного давления, как обычно, сопровождается ясным небом и тихими ночами. Они прогнозируются в общем масштабе на основе карты погоды и локально на основе данных о температуре и влажности, а также знаний о важных топографических воздействиях, таких как холмы, долины и соседние водоемы.

В сельском хозяйстве термин “заморозки” применяется к наступлению температуры, достаточно низкой, чтобы убить или повредить нежную растительность, такую как растущие овощи или почки, соцветия и плоды фруктовых деревьев. Наступление заморозков в этом смысле не обязательно идентично отложению кристаллов льда, известных как “иней”. Разные виды и разновидности растений, конечно, в очень разной степени восприимчивы к воздействию низкой температуры; то есть они сильно различаются по “выносливости”. В случае с фруктами и овощами опасная точка обычно находится немного ниже точки замерзания воды (32 градуса по Фаренгейту).

Наступлению заморозков способствует быстрое охлаждение земли и ее растительного покрова под действием радиации, которое происходит ночью при ясном небе и неподвижном воздухе. В этих условиях слой застоявшегося холодного воздуха образуется близко к земле, а над ним находится более теплый воздух. Разница в температуре на разных уровнях часто настолько заметна, что плоды на нижних ветвях дерева погибают, в то время как плоды, растущие на верхних ветвях, остаются невредимыми. Аналогично, замерзание произойдет на дне замкнутой долины, но не на окружающих склонах. В случае долины слой холодного воздуха, который образуется на дне, обычно углубляется дополнительным холодным воздухом, стекающим с холмов.

Во многих крупных садах есть свои “теплые пятна” и “холодные острова” или “северные полюса”, хорошо известные садоводам; в некоторых случаях это связано скорее с характером почвы, чем с топографией. Некоторые горные районы Северной Каролины известны своими “термальными поясами” или “зелеными зонами”, то есть участками на склонах, которые спасаются от заморозков, происходящих как над, так и под ними. Эти незамерзающие пояса, которые были предметом многочисленных исследований на протяжении трех четвертей века, по-видимому, обозначают верхний уровень бассейна холодного воздуха, который собирается в долине за счет стока со склонов гор. Подробное температурное исследование региона термального пояса Северной Каролины было проведено в 1912-1916 годах Бюро погоды Соединенных Штатов и Советом по сельскому хозяйству штата Северная Каролина. Было обнаружено, что в некоторых местах минимальная ночная температура в термальном поясе на 15-20 градусов выше, чем на дне долины, несколькими сотнями футов ниже.

Облака, задерживая излучение с земли, и ветер, смешивая более холодный и более теплый слои воздуха, предотвращают заморозки, которые в противном случае могли бы произойти. Искусственные методы защиты включают укрытие растений сетками из дерева,

бумаги или ткани, разведение дымовых шашек для создания дымовой завесы (метод сомнительной ценности) и, прежде всего, обогрев с помощью дровяных костров или различных типов “садовых обогревателей”, сжигающих нефть или уголь. Была разработана сложная технология обогрева сада с учетом, в частности, наиболее экономичного использования топлива и рабочей силы в соответствии с поставленной целью. Во многих случаях сады снабжаются сигнальными термометрами, которые подают сигнал тревоги, когда температура в саду приближается к опасной отметке.

Локальный прогноз заморозков по показаниям метеорологических приборов является проблемой, которая не была полностью решена. Ранее преобладала идея, что температура точки росы, определяемая по показаниям термометров с сухой и влажной лампами ранним вечером, является надежным ориентиром для снижения температуры, которого следует ожидать в течение ночи, но это убеждение не выдержало проверки точными наблюдениями. В настоящее время специалисты Метеобюро экспериментально используют определенные формулы, включающие данные как о температуре, так и о влажности, для прогнозирования самой низкой температуры ночью, когда общие условия указывают на возможность заморозков. Всестороннее обсуждение этого вопроса было опубликовано Бюро в качестве дополнения № 16 к “Ежемесячному обзору погоды”. (Вашингтон, 1920 г.)

ГЛАВА XVI

КОММЕРЧЕСКАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ

Я считаю важным тот факт, что в Американском метеорологическом обществе, которое было организовано в 1919 году, есть Комитет по коммерческой метеорологии. Назначение этого комитета стало одним из первых свидетельств того факта, что применение метеорологии в бизнесе, которое всегда признавалось важным и имеющим далеко идущие последствия, наконец-то было выделено в отдельную область исследований. Не за горами то время, когда в этой области появятся свои специалисты и свои учебники. Курсы коммерческой метеорологии будут читаться в бизнес-колледжах, а метеорологи будут работать в штате крупных коммерческих предприятий. Торговая палата активно развивающегося западного города уже содержит департамент метеорологии во главе с бывшим сотрудником Метеорологического бюро, и “метеорологи-консультанты”, которые сейчас практикуют свою новую профессию в других частях страны, находят свою основную клиентуру среди деловых кругов.

Погода не только влияет на большинство видов бизнеса, но и является основой многих из них. Множество иллюстраций последнего факта можно найти в каждом крупном универмаге. Зонтики, резинки и макинтоши производятся и продаются из-за дождя; их лучший рынок сбыта находится в странах с дождливым климатом, и их продажи изо дня в день колеблются в зависимости от состояния неба. Электрические вентиляторы и вентиляторы из пальмовых листьев являются лекарством, представленным на рынке, или наоборот, в зависимости от показаний термометра. Санки и коньки продаются там, где и когда стоит холодная погода. Этот список можно продолжать *в произвольном порядке*. Если мы выйдем из универмага и пройдемся по любой деловой улице, то обнаружим другие поразительные примеры коммерческих предприятий, которые обязаны своим существованием главным образом или полностью погоде. Отмените холодную погоду, и вы отмените торговца печами и отопительными печами, помимо снижения ранга торговца углем значительно ниже “баронского” уровня. Исключите жаркую погоду из метеорологической программы, и торговец льдом также упадет со своего высокого положения.

Все это настолько очевидно, что вряд ли стоит описывать; и все же необходимо как-то объяснить парадокс, заключающийся в том, что бизнесмены, в общем, не уделяли метеорологии большого внимания и лишь фрагментарно пользовались официальными метеорологическими учреждениями, которые были созданы, отчасти, для их пользы. Вероятно, эта парадоксальная ситуация - всего лишь случай ментальной инертности. В течение долгих веков дорожного движения, до того как появились какие-либо погодные карты, научные прогнозы погоды или климатическая статистика, погода обязательно была неизвестной величиной в математике покупки и продажи. То, что сегодня это не так, - факт, к которому деловой ум приспособляется очень медленно.

Мы упомянули некоторые очевидные связи погоды с коммерцией, но есть и другие, не столь очевидные. Многие из них являются косвенными. Таким образом, влияние погоды на сельское хозяйство почти всегда отражается в коммерческом мире. Например, от продолжительной засухи страдает не только фермер. Утверждалось, что каждая серьезная финансовая паника в нашей истории была тесно связана с длительным периодом нехватки осадков, и что не было периода затяжной засухи без серьезной финансовой паники, за исключением той, которая произошла во время Гражданской войны. Г-н Х. Х. Клейтон, опубликовавший это утверждение в 1901 году, привел случай с урожаем пшеницы как иллюстрацию величины воздействия осадков на экономические условия в целом через их воздействие на сельское хозяйство.

“Если бы, ” говорит он, “ количество выращиваемой пшеницы в Соединенных Штатах сократилось наполовину или даже на треть из-за года недостаточного количества осадков, легко представить огромную нагрузку на бизнес страны, и при чередовании таких лет эффект мог бы означать катастрофу. Такой дефицит в поставках пшеницы, при цене пшеницы 80 центов за бушель, означал бы за один год прямую потерю богатства более чем на 100 000 000 долларов; это означало бы, что почти вся пшеница, которая обычно отправляется за границу, потребовалась бы дома; это означало бы, что тысячи железнодорожных вагонов и судов, которые обычно перевозят это зерно, простаивали бы без дела, что тысячи людей, которые обычно перевозят это зерно на транспорте, остались бы без работы, что многие фермеры были бы не в состоянии выполнять свои обязательства и, следовательно, пострадали бы банки и предприятия всех видов ”. Недавние цены на пшеницу придают дополнительную силу этим заявлениям.

В отличие от столь широких связей погоды с бизнесом, может быть интересно указать на определенные взаимосвязи, которые носят настолько особый характер, что, хотя и знакомы множеству деловых людей, они обычно ускользали от внимания авторов по экономике. По этому поводу г-н Джон Аллен Мерфи говорит:

“Погода оказывает огромное влияние на розничные продажи. Это один из факторов, который не позволяет розничному продавцу выровнять пики и спады в своем графике продаж. Благоприятная погода принесет ему прилив деловой активности. Плохой день удержит посетителей от посещения его магазина. Он ничего не может сделать, чтобы предотвратить это. Многие торговцы пробовали предлагать ‘специальные предложения в день шторма’, но в лучшем случае такая схема является лишь временным приемом, который редко срабатывает. Погода также влияет на покупательское настроение людей. Темный, унылый летний день, кажется, влияет на людей, заставляя их принимать тот же облик, что и атмосфера. Они ворчливы, и им трудно угодить. С другой стороны, холодный зимний день производит противоположный эффект. Тепло и уют магазина настолько приятно контрастируют с обстановкой на открытом воздухе, что покупателям нравится задерживаться на товарах и с большей готовностью позволить себе роскошь совершать покупки.

“Ненастный день или их серия всегда помогают бизнесу почтовых заказов. В такую погоду люди склонны оставаться дома. Проводя время, они, скорее всего, будут листать страницы тех каталогов, которые у них есть, и таким образом видеть в них статьи, которые им нужны. На ферме, особенно в суровые зимние дни, часто принято заказывать садовые семена, инкубаторы, инструменты и многое другое, что понадобится с наступлением весны. В неудачный день коммивояжерам легче добиться расположения продавца. Не будучи занят с клиентами, он склонен быть более снисходительным к ”ребятам с хваткой”.

Другой автор статьи на эту тему, мистер Ф. К. Келли, говорит:

“В большом городе работе универсама серьезно вредит дождь в первой половине дня, но дождь во второй половине дня обычно очень помогает. Большинство покупателей универсама в большом городе - женщины, и почти все они живут на некотором расстоянии от магазина — на окраине города или в пригороде. Если около восьми или девяти часов утра пойдет дождь, женщина, которая планировала в этот день пройтись по магазинам, вполне вероятно, передумает, даже если она не собиралась идти туда до полудня. Дождь не только вызывает дискомфорт при передвижении, но и уменьшает ее желание или насущную потребность в определенных товарах и вытесняет идею о покупке из ее головы. С другой стороны, если утром светло и безоблачно, но около полудня собираются облака, предвещающие сильный ливень, который длится большую часть дня, это лучшее, что может случиться с универсамом, потому что покупатели заходят внутрь и не могут с комфортом выйти. Они делают покупки по всему магазину, покупают там ланч и делают еще кое-что. В то время как дождь, таким образом, помогает универсамам, он может повредить небольшим магазинам, потому что многие покупатели, которые в противном случае осмотрелись бы по сторонам, вынуждены совершать покупки под одной крышей”.

Ни один аспект бизнеса не отражает погоду более точно или, в несколько меньшей степени, прогнозы погоды, чем реклама. Во многих сферах бизнеса настолько важно, чтобы реклама соответствовала погоде, что можно было бы ожидать, что торговцы как класс будут так же разбираться в погоде, как моряки и фермеры. Рекламная страница в крупной столичной газете - это дорогостоящее вложение средств. Если, например, рекламодатель приглашает публику совершить воскресный инспекционный визит в какое-нибудь убежище для искателей жилья в пригороде, а воскресенье оказывается таким днем, который превращает строительные площадки в болото, рекламодатель, возможно, задастся вопросом, нет ли какого-нибудь средства избежать еще одного такого фиаско; и таким образом он может сделать удивительное открытие, что метеорология - это не совсем теоретическая наука. Сочетание ярко разрекламированной распродажи резиновых изделий и промозглого утра буднего дня может быть либо счастливой случайностью, либо результатом изучения карты погоды. В первом случае, предположив, что бизнес ведется на северо-востоке Соединенных Штатов, где сухая погода встречается примерно в два раза чаще, чем влажная, шансы были бы два к одному против возникновения даже небольшого ливня в день появления рекламы, и три или четыре к одному против наступления такой погоды, которая сделала бы рекламу явно *proposal*.

Эти замечания о газетной рекламе в значительной степени применимы также к оформлению витрин и выкладке товаров внутри магазина. В обоих случаях умеренная предусмотрительность в отношении погодных условий приведет к тому, что покупатель получит нужный товар в нужное время. Один из второстепенных способов, с помощью которого торговец может извлечь выгоду из науки метеорологии, состоит в использовании метеорологических приборов, официальных прогнозов погоды и бюллетеней с целью привлечения внимания к своим витринам или товарам, находящимся в продаже. Термометр в аптеке - это иллюстрация этого процесса, которая первой приходит на ум. Нет никаких причин, по которым с развитием цивилизации этот знаменитый прибор не стал бы надежным индикатором температуры, а также эффективной рекламой. В континентальной Европе метеорологические приборы демонстрируются наряду с различными рекламными материалами во многих уличных “колонках погоды” (*Wettersäulen*), которые подали идею метеорологических киосков, установленных Бюро погоды в американских городах.

Один из важнейших разделов коммерческой метеорологии связан с влиянием погоды на транспорт. Это многогранная тема. Во-первых, железнодорожные и пароходные компании, а также другие концерны, занимающиеся перевозками товаров и пассажиров, сталкиваются со своими многочисленными погодными проблемами, среди которых можно наугад

упомянуть проблему снежных заторов на железных дорогах, меры предосторожности против заноса такси в сырую погоду, избегание морских маршрутов, кишящих айсбергами, и выбор климатически благоприятных мест для аэродромов. У грузоотправителя несколько иной, но перекрывающийся набор погодных проблем.

“При строительстве железных дорог, ” говорит мистер Э. Л. Уэллс, - необходимо учитывать многие климатические факторы, включая вероятность наводнений, глубоких снегопадов, сильных ветров, песчаных бурь и т.д. Прошло совсем немного времени с тех пор, как значительная протяженность железнодорожной линии в одном из Западных штатов была признана практически бесполезной из-за того, что она была построена слишком близко к руслу ручья и, следовательно, слишком сильно пострадала от наводнений, поэтому ее заменили линией, построенной выше. Автор вспоминает две железные дороги, ведущие в один и тот же город в одном из штатов северных равнин, одна из которых редко подвергается блокаде, в то время как другая иногда бывает закрыта снегом на месяцы подряд. В первом случае разрезы параллельны ветру, в то время как во втором ветер дует прямо поперек разрезов. При эксплуатации железных дорог важно знать климатические условия. Это особенно актуально при перевозке скоропортящихся продуктов, для которых может потребоваться обледенение или вентиляция в качестве защиты от высокой температуры или изоляции от холода. Знание климатических условий важно не только для принятия мер предосторожности на случай потерь при транспортировке, но и для учета погодных условий, которые играют все более важную роль при урегулировании претензий за продукты и имущество, поврежденные при транспортировке. Агенты по претензиям ведущих транспортных компаний и менеджеры по перевозкам комиссионных палат и ассоциаций производителей хранят полные файлы климатологических данных, и большой процент исков о повреждении товаров, будь то товарный поезд с охлажденными бананами или образцы, испорченные дождем у путешествующего человека, теперь разрешаются во внесудебном порядке на основе данных о погоде. Претензии по простой автомобиля часто урегулируются на основе прогнозов погоды”.

Подробная информация о влиянии температуры на все виды пищевых продуктов, как при транспортировке, так и при хранении, была собрана Бюро погоды несколько лет назад и опубликована в Бюллетене Бюро № 13.

В то время как отечественный грузоотправитель может легко получить от Метеорологического бюро подробную климатическую статистику по всем частям Соединенных Штатов, а также текущие сводки погоды для этой страны и может получить значительную прибыль, регулируя свои операции в соответствии с этим, грузоотправителю на зарубежные рынки не так-то просто получить соответствующие данные о зарубежных странах. С расширением нашей внешней торговли спрос на такие данные вырос до огромных размеров. Бюро погоды, располагающее непревзойденной метеорологической и климатологической библиотекой в Вашингтоне, естественно, является местом, где чаще всего запрашивают такие данные, но труд, связанный с извлечением и переработкой информации в ответ на индивидуальные запросы, часто слишком велик, чтобы его могло выполнять правительственное учреждение, где время сотрудников поглощено рутинными обязанностями. Таким образом, здесь есть многообещающее поле деятельности для частного коммерческого метеоролога. Неофициальная работа в этом направлении в некоторой степени уже ведется. Так, крупная сталелитейная компания в Нью-Йорке имеет в своем штате наемного “географа-консультанта”, который консультирует по метеорологическим вопросам. Одна из проблем, которую ему пришлось решить, заключалась в определении надлежащих сроков доставки стали из портов Атлантического и Тихоокеанского регионов Соединенных Штатов в различные места Индии, чтобы она никогда не поступала во время муссонных дождей. Данные о текущей и совсем недавней

погоде в отдаленных странах в подавляющем большинстве случаев недоступны нигде в Соединенных Штатах. Обмен подробными сводками погоды между различными метеорологическими службами мира предполагает, в первую очередь, за редким исключением, мучительно медленный процесс публикации, а затем распространения по почте; так что, например, отчеты о наблюдениях в некоторых местах Южной Африки или Австралии или даже во многих частях Европы попадают в библиотеку Метеорологического бюро в Вашингтоне только через два-три года после проведения наблюдений. Несомненно, придет время — и, вероятно, в ближайшем будущем, — когда по всему миру будет осуществляться обмен новостями о погоде с помощью беспроводного телеграфа.

Одним из видов бизнеса, полностью зависящим от погоды, о котором мы еще не упоминали, является страхование от непогоды. Существует несколько видов страхования, но широко практикуются страхование от града и торнадо; первое гораздо более широко и систематично в Старом Свете, чем в Новом, в то время как последнее ограничено Америкой. Говорят, что страхование от заморозков практикуется в Германии, и, по-видимому, в Соединенных Штатах для этого есть отличные возможности. Страхование мероприятий на открытом воздухе, таких как игры, шоу и *вечеринки на свежем воздухе*, от дождя уже много лет осуществляется страховщиками-спекулянтами из Lloyd's в Англии, а совсем недавно было осуществлено и в этой стране. Конечно, погодный фактор в значительной степени влияет и на другие виды страхования. Обычное морское страхование в значительной степени является страхованием от штормов; страхование от пожара частично является страхованием от молнии; страхование окон и зеркальных стекол сопряжено с риском разрушения ветром и градом; и даже страхование жизни в значительной степени связано с последствиями погоды и климата.

ГЛАВА XVII

МОРСКАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ

То, что моряку подобает разбираться в погоде, признавалось всегда, но было время, почти на памяти ныне живущих людей, когда ни моряки, ни сухопутные жители не имели ни малейшего представления о пользе, которую систематическое изучение морской метеорологии способно принести морскому миру. Человеком, который первым осознал важность такого исследования и воплотил свои идеи в факты, был американский военно-морской офицер, лейтенант Мэтью Фонтейн Мори.

За свою недолгую карьеру в море Мори был впечатлен скудостью доступной тогда информации о ветрах и течениях, которые помогают или препятствуют плаванию парусных судов. Когда из-за несчастного случая, лишившего его возможности выполнять судовые обязанности, он был направлен на службу в Вашингтон, он начал изучать старые журналы регистрации военно-морских судов, хранящиеся в Военно-морском министерстве, в поисках записей о метеорологических условиях, и в конечном итоге разработал план обеспечения регулярных наблюдений как со стороны военно-морского флота, так и со стороны торгового флота. Результатом этого начинания стала публикация знаменитых Карт ветров и течений, которые произвели революцию в навигации во всем мире.

Практическая ценность этих карт, 200 000 экземпляров которых были розданы капитанам торговых судов всех национальностей, была быстро признана. Пользуясь благоприятными ветрами и течениями, показанными на картах, и избегая неблагоприятных, моряки смогли сократить среднее время плавания между атлантическими и тихоокеанскими портами Соединенных Штатов на сорок дней. Денежная стоимость карт для судов, курсирующих из Соединенных Штатов в Южную Америку и на Дальний Восток, оценивалась в 2 250 000 долларов в год. Говорят, что британское судоходство по всем морям приносило прибыль в размере 10 000 000 долларов в год. Полезность карт также не ограничивалась экономией денег. В биографии Мори приводится следующий эпизод:

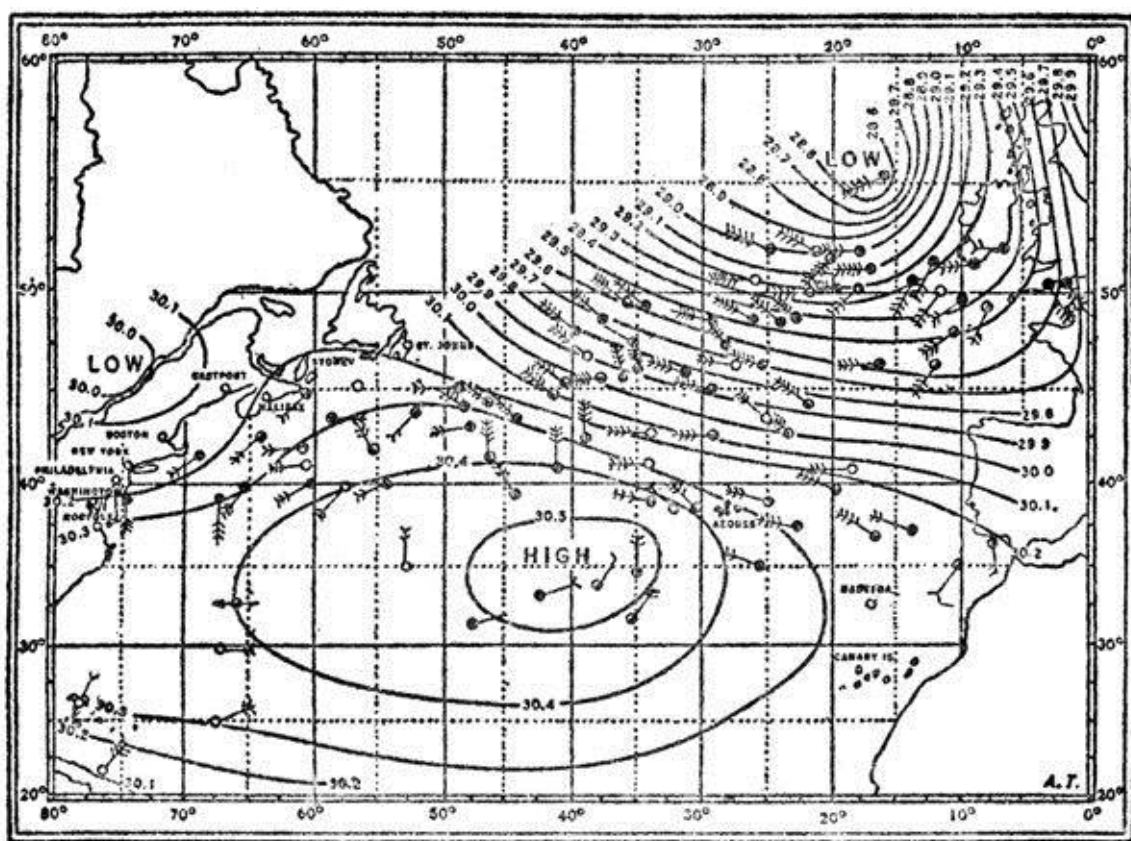
“Когда *"Сан-Франциско"* с сотнями военнослужащих Соединенных Штатов на борту затонул во время атлантического урагана, и до порта дошел слух, что ему нужна помощь, все смотрели на Мори как на единственного человека в стране, который мог сказать, где найти дрейфующие обломки. К нему за информацией обратился министр военно-морского флота. Он сразу же приступил к работе и показал, как ветер и течения, действующие на беспомощное затонувшее судно, объединяются, чтобы отнести его *"именно сюда"*, указав на точку на карте и сделав крестик синим карандашом, который он держал в руке. Именно туда была отправлена помощь, и именно там были подобраны выжившие после крушения. Это был случайный результат его изучения ветров и течений”.

Дальнейшим результатом предприятия Мори стало проведение по его предложению и по приглашению правительства Соединенных Штатов Международной морской конференции, которая собралась в Брюсселе в 1853 году и разработала всемирный план

метеорологических наблюдений на море. Начатая таким образом работа с тех пор была продолжена ведущими морскими державами мира. В Соединенных Штатах обязанность по сбору сводок погоды по единому плану от капитанов судов в разное время была возложена на Гидрографическое управление, Сигнальную службу и Метеорологическое бюро. В настоящее время это выполняется одноименным учреждением через его морское подразделение, но Лоцманские карты и справочники направлений плавания ("Лоцманы"), в которых публикуется собранная информация, выдаются Гидрографическим управлением Военно-морского флота.

Современными продолжателями карт ветров и течений Мори являются, в частности, Лоцманские карты для различных океанов, ежемесячно выпускаемые в Вашингтоне, и ежемесячные карты аналогичного характера, публикуемые правительствами Великобритании и Германии. Помимо этих периодических публикаций, британскими, немецкими, голландскими, индийскими, японскими и другими властями были опубликованы ценные подборки метеорологических карт океанов или небольших морских районов.

Ценность таких публикаций не уменьшилась из-за постепенной замены парусов на океанских судах паровыми двигателями. Хотя ветер больше не имеет первостепенного значения, он является фактором, определяющим скорость и, следовательно, доходность всех классов океанских судов, и то же самое верно для морских течений. Туман и дрейфующие льды, как правило, являются более серьезными препятствиями для пароходов, чем для парусных судов. Достаточно взглянуть на одну из лоцманских карт Гидрографического управления, чтобы показать, что эти издания незаменимы для моряка. На этих картах мы находим, прежде всего, в центре каждого пятиградусного квадрата широты и долготы "розу ветров", показывающую частоту ветров, которые наблюдались в этом регионе с каждой из сторон света, и их среднюю силу с каждого направления. На картах также будут указаны маршруты, рекомендуемые для мощных и маломощных пароходов и парусных судов, линии магнитных колебаний, следы штормов за прошлые годы за соответствующий месяц, расположение и сила течений, средние пределы и распространенность тумана за месяц, свежая информация о дрейфующих льдах и брошенных кораблях, описания штормовых сигналов и множество другой информации, имеющей жизненно важное значение для моряка.



КАРТА ПОГОДЫ В ОКЕАНЕ, ПОДГОТОВЛЕННАЯ НА ОСНОВЕ ОТЧЕТОВ СУДОВ

11 ЯНВАРЯ 1913 года, ПОЛДЕНЬ По ГРИНВИЧУ

Бюро погоды США

Сплошные черные линии - это изобары. Стрелы летят по ветру, центр наконечника стрелы отмечает положение судна, а количество перьев обозначает силу ветра по шкале Бофорта. Затенение головы показывает степень облачности.

Большая часть материалов, использованных при составлении карт, описанных выше, получена от многочисленного корпуса морских наблюдателей-добровольцев, которые в установленные часы заносят свои наблюдения в бланки, предоставленные специально для этой цели, и отправляют эти записи в учреждение, ответственное за работу, в конце каждого рейса. Формы, предоставленные Бюро погоды Соединенных Штатов, предписывают проводить только одно регулярное наблюдение в день, которое должно проводиться в полдень по Гринвичу. Каждое наблюдение показывает положение судна, направление ветра, силу ветра по шкале Бофорта, высоту барометра, показания термометров с сухой и влажной лампами, температуру воды у поверхности, состояние погоды, а также вид, количество и движение облаков. Чтобы проверить точность показаний барометрических приборов, наблюдателю предписывается три дня подряд, находясь в порту, считывать показания своего барометра в установленные часы и отправлять их в Бюро погоды. По получении этих показаний Бюро сравнивает их с данными ближайшей метеорологической станции, а затем отправляет наблюдателю по почте "барометрическую метку" с указанием результатов сравнения и погрешности его прибора. Помимо ведения этих рутинных наблюдений, наблюдатель ведет учет тумана, возникшего в любое время суток, и составляет подробные отчеты о штормах. Многие морские наблюдатели также сообщают о наблюдениях в установленные часы по беспроводному телеграфу.

Огромный фонд информации, собранный таким образом над океаном, применяется для нескольких целей, помимо составления лоцманских карт. Наше метеорологическое бюро и некоторые зарубежные метеорологические учреждения готовят ежедневные графики, приблизительно показывающие текущие условия над обширными районами океана, особенно в Северной Атлантике. Эти карты аналогичны ежедневным картам погоды, публикуемым для наземных районов, но составление каждой карты обязательно откладывается на несколько месяцев после даты, к которой она относится, чтобы дать время для получения как можно большего количества сообщений с судов, находящихся в море. Как правило, такие карты готовятся только в рукописном виде, но, хотя они не могут распространяться подобно обычным картам погоды, они ценны для изучения в самом учреждении движения штормов и других атмосферных процессов. Они также позволяют должностным лицам метеорологической службы отвечать на запросы, касающиеся ветров и погоды, которые преобладали над определенной частью океана на любую указанную дату. Такие запросы поступают от владельцев судов, страховых компаний и других лиц, и ответы часто используются в качестве доказательств в исках адмиралтейства.

Что касается одной серии таких карт, а именно ежедневных синоптических карт Северной Атлантики, начатой Нильсом Хоффмейером из Копенгагена, а теперь подготовленной совместно Датским метеорологическим институтом и Deutsche Seewarte в Гамбурге, то карты действительно опубликованы и продаются, хотя они стоят так дорого, что количество наборов в библиотеках по всему миру, вероятно, невелико. На этих замечательных картах представлены ежедневные данные о ветрах и барометрическом давлении над Северной частью Атлантического океана и прилегающими континентами с 1873 по 1876 год и с 1880 года по настоящее время.

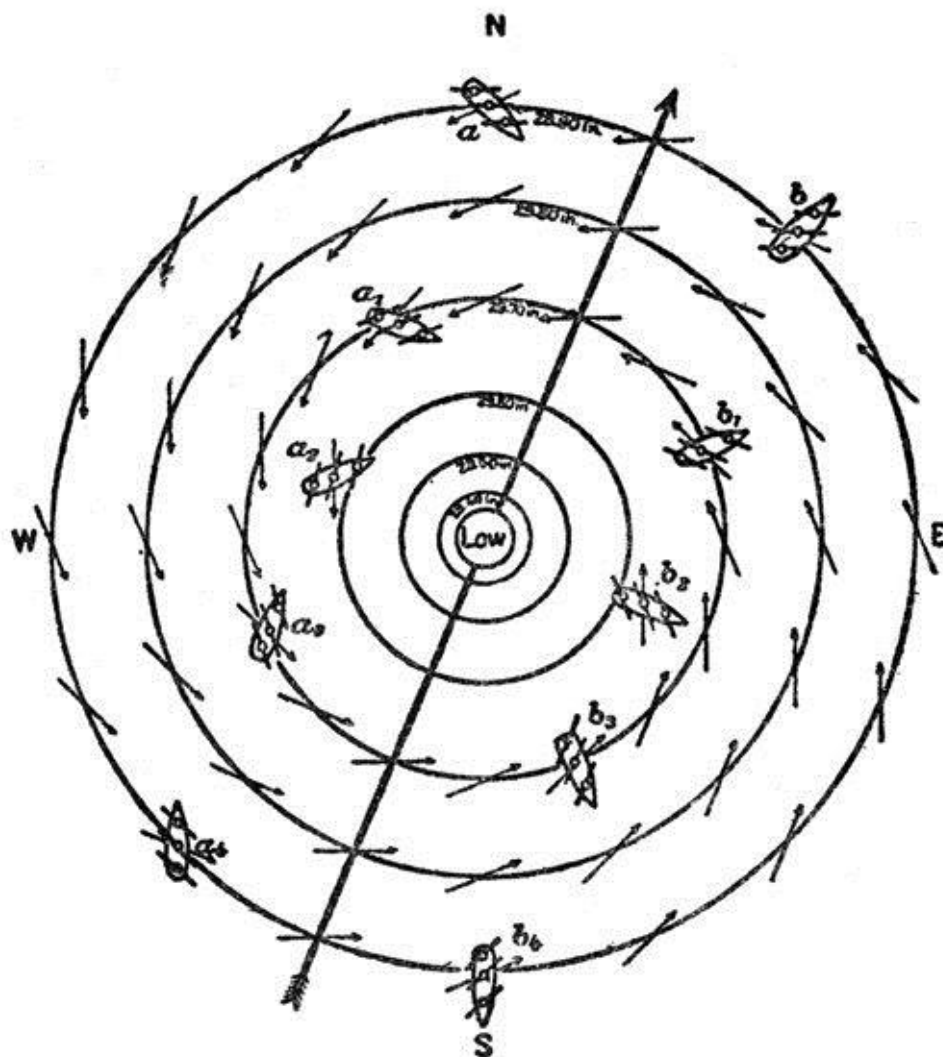
Из того, что мы уже сказали, видно, что морские наблюдатели, сотрудничающие с Метеорологическим бюро Соединенных Штатов и родственными учреждениями за рубежом, вносят свой вклад в выполнение великой задачи - изо дня в день фиксировать историю погоды над океанами и собирать данные, которые могут быть преобразованы в морскую климатическую статистику и использованы в качестве основы для многих научных исследований. Однако это согласованное мероприятие не охватывает всю сферу морской метеорологии. Каждый разумный моряк считает необходимым ознакомиться с законами ветров, признаками надвигающихся штормов, средствами определения близости айсбергов, системами штормовых сигналов, используемыми в разных странах, методом составления карт погоды по беспроволочным бюллетеням и т.д. Короче говоря, ему следовало бы стать опытным метеорологом.

Одной из классических проблем мореплавателя является управление кораблем в условиях сильного циклонического шторма, особенно тропического урагана. Читатель, вероятно, помнит, что циклон, помимо того, что распространяется как единое целое со скоростью нескольких сотен миль в день, состоит из системы ветров, вращающихся вокруг центра. Результатом этого двойного движения является то, что ветры с одной стороны от центра не только более сильные, чем с другой, но они также направлены так, что гонят судно, идущее перед ветром, поперек штормового пути впереди наступающего центра, в то время как ветры с другой стороны, как правило, гонят судно в тыл шторма. Соответственно, две половины штормовой зоны известны как "опасные" и "судоходные" полукруги соответственно. Хотя это простое утверждение излагает фундаментальные факты, реальная проблема осложняется многими особенностями, такими как тот факт, что ветры дуют не по кругу, а более или менее по спирали, что область шторма не может быть легко определена, что два шторма могут возникнуть в непосредственной близости друг от друга и т.д.

На прилагаемой диаграмме, опубликованной Гидрографическим управлением США, изображен циклонический шторм в северном полушарии, круги представляют собой изобары или линии, проходящие через места, в которых преобладает одинаковое атмосферное давление (указано в дюймах), а стрелки указывают направление ветров. Схема объясняется следующим образом:

“Для простоты область низкого уровня барометра сделана идеально круглой, и предполагается, что центр находится на десять пунктов правее направления ветра во всех точках нарушенной области. Давайте предположим, что центр продвигается примерно с севера на северо-северо-восток, в направлении длинной стрелки, показанной жирной полной линией. У судна *a* ветер восточно-северо-восточный; оно находится слева от штормового пути, или технически в судоходном полукруге. Судно *b* имеет ветер восточно-юго-восточный и находится в опасном полукруге. *** Судно, пришедшее в дрейф в точке, обозначенной как *b*, и проходящее мимо центра шторма, будет занимать последовательные позиции относительно центра от *b* до *b4*, и будет испытывать изменения ветра, как показано стрелками, с востока через юг на юго-запад. С другой стороны, если центр шторма неподвижен или движется медленно, а судно обгоняет его по линии от *b4* до *b*, ветер вернется с юго-запада на восток и, вероятно, создаст совершенно неверное впечатление о местоположении и движении центра. Следовательно, рекомендуется, чтобы судно, подозревающее приближение циклонического шторма, остановилось на некоторое время, пока не будет определен путь центра, наблюдая за изменениями ветра и поведением барометра”.

Движение ветров вокруг центра шторма, показанное на этой диаграмме, характерно для циклонов северного полушария, то есть противоположно направлению стрелок часов. В южном полушарии они дуют в противоположном направлении вокруг центра.



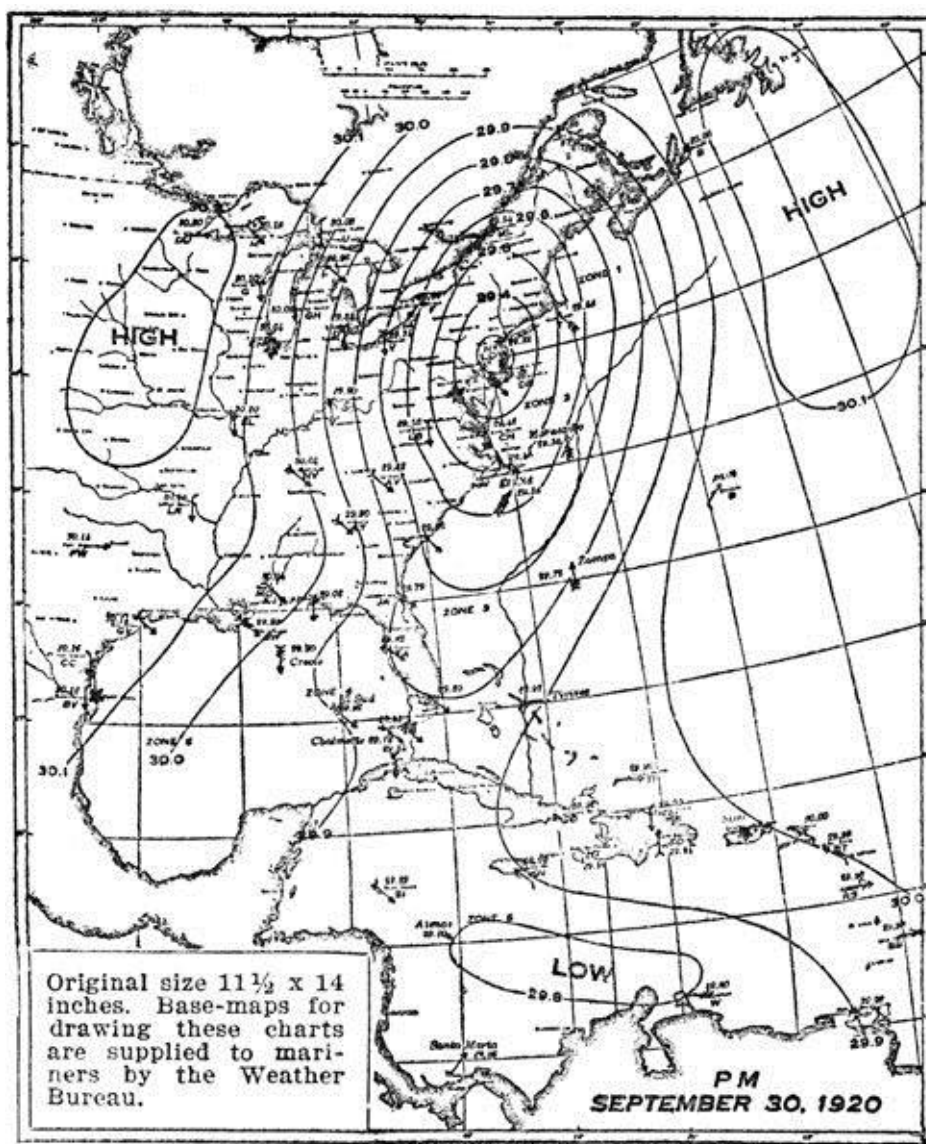
НАВИГАЦИЯ СУДНА В УСЛОВИЯХ ЦИКЛОНИЧЕСКОГО ШТОРМА

(Гидрографическое управление США.)

Наблюдая за подъемом или падением барометра, изменением направления ветра и состоянием моря и неба, опытный штурман, как правило, способен нанести на карту приблизительное положение центра шторма и направить свое судно так, чтобы избежать опасности. Различные устройства, известные как "штормовые карты", "циклоноскопы" и т.д., использовались для определения местоположения шторма на основе наблюдений с борта судна. На Дальнем Востоке моряки используют для определения местоположения тайфунов оригинальную комбинацию штормовой карты и анероидного барометра, называемого "бароциклонометром", изобретение преподобного Дж. Альге, директора Филиппинского метеорологического бюро.

Наиболее важным достижением в морской метеорологии за последние годы стало быстро расширяющееся использование радиотелеграфии как морскими наблюдателями при передаче отчетов о наблюдениях на берег и на другие суда, так и метеорологическими учреждениями при выпуске метеорологических бюллетеней и штормовых предупреждений для судов в море. Первое регулярное мероприятие в этом направлении было проведено под эгидой лондонской *Daily Telegraph* в 1904 году. Эта газета договорилась с некоторыми ведущими трансатлантическими пароходными линиями о передаче сводок погоды по радио

со своих судов, и эти сводки публиковались в ее колонках в течение нескольких месяцев. В следующем году Метеорологическое бюро Соединенных Штатов в предварительном порядке начало сбор радиосообщений о погоде с прибрежных судов, и вскоре после этого аналогичные мероприятия были запущены в других частях мира, но в течение нескольких лет такие отчеты не представляли особой практической ценности из-за ограниченного диапазона беспроводной связи.



КАРТА ПОГОДЫ НА БОРТУ СУДНА

Суда у берегов Америки могут составлять свои собственные карты погоды каждую ночь, используя данные, передаваемые в определенные часы мощными радиостанциями (показаны звездочками на карте), вместе с радиосообщениями с других судов. Буквы рядом со станциями - это кодовые буквы, используемые в радиосообщениях для описания станций. Сообщения о судах обозначаются названиями. Стрелки показывают направление ветра и его силу по шкале Бофорта (показаны количеством перьев). Помимо данных для построения карт, радиостанции публикуют прогнозы и отчеты о штормах для каждой из пронумерованных зон, показанных у побережья Атлантического океана и над Персидским заливом.

В настоящее время беспроводные сообщения с кораблей в Атлантике позволяют синоптикам по обе стороны этого океана расширять области метеорологических карт, на которых основаны их прогнозы, и сообщения с кораблей также в ограниченной степени получают синоптики на нашем тихоокеанском побережье, а также на Дальнем Востоке, в Индии и других местах. В этой стране такие отчеты были особенно ценны в плане указания на перемещение ураганов Вест-Индии и, таким образом, помогли решить проблему защиты огромного тоннажа, который был привлечен в воды Карибского бассейна открытием Панамского канала. Гораздо большего прогресса достиг взаимный процесс передачи информации о погоде судам с помощью беспроводных бюллетеней, ежедневно транслируемых в определенные часы мощными радиостанциями. Такие бюллетени включают информацию о текущей и предполагаемой погоде, ветрах и штормах над определенными районами океана, а также отчеты о наблюдениях, сделанных на ряде наземных станций, на основе которых находящиеся в море суда могут составлять свои собственные карты погоды. Таким образом, они могут использовать в своих интересах благоприятные ветры и избегать неблагоприятных ветров и штормов. Беспроводные сводки погоды с других судов помогают составить эти корабельные карты.

Метеорологические службы всех цивилизованных стран, прилегающих к морю, выставляют вдоль своих побережий сигналы, оповещающие о приближении штормов, опасных для судоходства. Одним из первых устройств, использовавшихся для этой цели, был “аэроклиноскоп”, разновидность семафора, ранее использовавшаяся метеорологической службой Голландии. Положение рычага семафора указывало на регион, в котором барометр был низким, то есть на центр шторма. На Британских островах в середине прошлого века адмирал Фицрой ввел использование брезентовых конусов и “барабанов” (то есть цилиндров), которые при взгляде с любого направления имеют вид сплошных треугольников и квадратов на фоне неба. Позже британцы отказались от барабана и использовали только конус, направленный вверх или вниз при северных или южных штормах соответственно. Американский штормовой флаг — красный с квадратным черным полем в центре — был принят Службой связи Соединенных Штатов (предшественницей Бюро погоды) в 1871 году. Впоследствии этот сигнал был усилен добавлением красных и белых вымпелов, чтобы показать ожидаемое направление ветра в начале приближающегося шторма. В большинстве стран фонари используются для сигналов ночного шторма. В 1909 году международная комиссия, собравшаяся в Лондоне, рекомендовала для использования во всех странах единую систему сигналов, состоящую из конусов днем и фонарей ночью.

Несмотря на эту рекомендацию, в настоящее время в разных частях мира используется около тридцати или сорока различных систем дневных штормовых сигналов. На побережье Китая сложная система сигналов, состоящая из конусов, шаров, ромбов и квадратов, отображаемых на мачте и реях, указывает на наличие тайфуна в любом месте соседних морей, а также на его местоположение и движение.

ГЛАВА XVIII

АЭРОНАВИГАЦИОННАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ

Дво время первой мировой войны британское правительство, руководствуясь своей мудростью, решило создать в Шотландии летное поле, на котором авиаторы должны были обучаться сбрасыванию бомб. Комиссия, занимавшаяся этим вопросом, выбрала место на берегу озера Лох-Дун. При обустройстве поля необходимо было осушить болото; затем была построена железная дорога, возведены ангары и проведены другие работы, повлекшие за собой в общей сложности расходы в полмиллиона фунтов стерлингов. На определенном позднем этапе работ было сделано обескураживающее открытие, что поле никогда не могло быть успешно использовано по назначению из-за порывов ветра и водоворотов, создаваемых окружающими холмами. Поэтому от этого предприятия отказались. Власти, по-видимому, с самого начала работ привлекли квалифицированных инженеров, но они не проконсультировались с метеорологом!

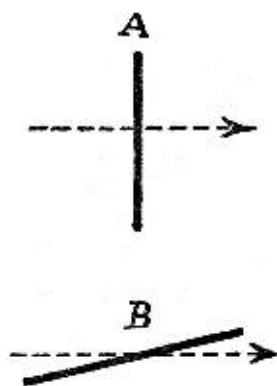
Представляется необходимым провести несколько таких наглядных уроков— чтобы продемонстрировать тот факт, который должен быть очевидным, что метеорология является незаменимым и жизненно важным дополнением авиации. Этот факт сейчас довольно хорошо изучен. Почти вся деятельность человечества в той или иной степени зависит от погоды, но лишь немногие, если вообще какие-либо, зависят в такой степени, как авиационные предприятия. Таким образом, быстро формируется определенная отрасль прикладной науки — Авиационная метеорология. Это уже входит в учебную программу авиаторов; это глубоко изменило методы обычных метеорологических служб мира; и это воспитывает поколение специалистов, некоторые из которых сейчас работают в коммерческих фирмах, производящих или эксплуатирующих самолеты.

После войны постоянно звучали заявления о том, что авиаторы становятся “независимыми” от погоды. В этом утверждении есть доля правды, но не более. Фактом является то, что в условиях войны авиаторы летали в любую погоду и часто безнаказанно. Даже после войны коммерческие самолеты с замечательным успехом преодолевали неблагоприятные атмосферные условия. Впечатляющий подвиг такого рода был совершен 28 августа 1919 года, когда пассажирский самолет по маршруту Париж-Лондон, пилотируемый лейтенантом Шоу, пролетел по этому маршруту сквозь ураган, дувший с порывами от 40 до более чем 100 миль в час, сопровождавшийся проливным дождем и такой плохой видимостью, что пилоту часто приходилось лететь очень низко, чтобы определить ориентиры и убедиться, что он находится на своем курсе. Полет был выполнен за 1 час 50 минут — примерно на полчаса меньше запланированного времени. Говорят, что “двое пассажиров, находившихся в салоне машины, вышли оттуда без малейшего напряжения” — такого, которое они, несомненно, испытали бы, если бы в тот бурный день пересекали Ла-Манш на пароходе. На самом деле сухопутные и морские пути были серьезно нарушены штормом, и поезда Continental прибывали в Лондон с многочасовым опозданием.

Чтобы не делать поспешных выводов из этого эпизода, следует сразу заявить, что компания, эксплуатирующая данный авиамаршрут, далека от того, чтобы считать себя независимой от погоды, и не довольствуется подробными бюллетенями, предоставляемыми аэронавтам Британским метеорологическим управлением (которое специализируется на авиационной метеорологии более широко, чем любая другая официальная метеорологическая служба в мире), а поддерживает собственную тщательно разработанную метеорологическую службу во главе со способным метеорологом.

Точным описанием ситуации было бы то, что ветер и погода больше не представляют той серьезной опасности, которой они когда-то были для аэронавта; но они по-прежнему являются и, вероятно, всегда будут факторами первостепенной важности для успешной и прибыльной эксплуатации воздушных судов. Чтобы прояснить этот вопрос, нам необходимо, прежде всего, сказать несколько слов о некоторых фундаментальных принципах, используемых в воздушной навигации.

Непрофессионал, который не видит ничего таинственного в подъеме воздушного шара, в целом несколько озадачен феноменом машины тяжелее воздуха, поднимающейся с земли. Однако в обоих случаях подъем транспортного средства зависит от того факта, что воздух - это не просто пустое пространство, а материальная субстанция, обладающая плотностью, весом и другими свойствами, многие из которых также относятся к твердым телам. Воздушный шар поднимается не потому, что он легкий, а потому, что воздух вокруг него тяжелый. Другими словами, сила тяжести проталкивает воздух под воздушным шаром с большей силой, чем тянет воздушный шар вниз. Способность самолета отрываться от земли зависит от того факта, что воздух оказывает сопротивление движущимся по нему телам.



ВЛИЯНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ВОЗДУХА НА САМОЛЕТ

Предположим, что вертикальная плоскость (A) — такая, например, как ветрозащитный экран автомобиля — движется горизонтально в неподвижном воздухе. Сопротивление воздуха препятствует его движению, и часть движущей силы используется для преодоления этого сопротивления. Теперь предположим, что плоскость (B) почти, но не совсем горизонтальна и приводится в движение силой, стремящейся заставить ее двигаться в направлении, указанном стрелкой. Примерно так обстоит дело с самолетом, приводимым в движение двигателем; плоскость представляет собой крылья машины. Теперь только часть сопротивления воздуха эффективно препятствует поступательному движению самолета. Остальная часть толкает плоскость вверх. Если вы держите руку под таким углом и перемещаете ее по воде, вы почувствуете аналогичный толчок вверх. Более того, вы заметите, что чем быстрее вы двигаете рукой, тем сильнее толчок. Это восходящее давление жидкости на движущуюся через нее наклонную плоскость изменяется не только в

зависимости от скорости последней (если быть точным, как квадрат скорости), но и в зависимости от угла, который плоскость представляет для жидкости на своем пути. Если, например, крыло самолета рассекает воздух почти по краям, давление вверх будет незначительным. По мере того, как он отклоняется от крайнего положения (передний край выше заднего), давление вверх увеличивается, но не бесконечно; за пределами определенного, довольно небольшого угла оно начинает уменьшаться.

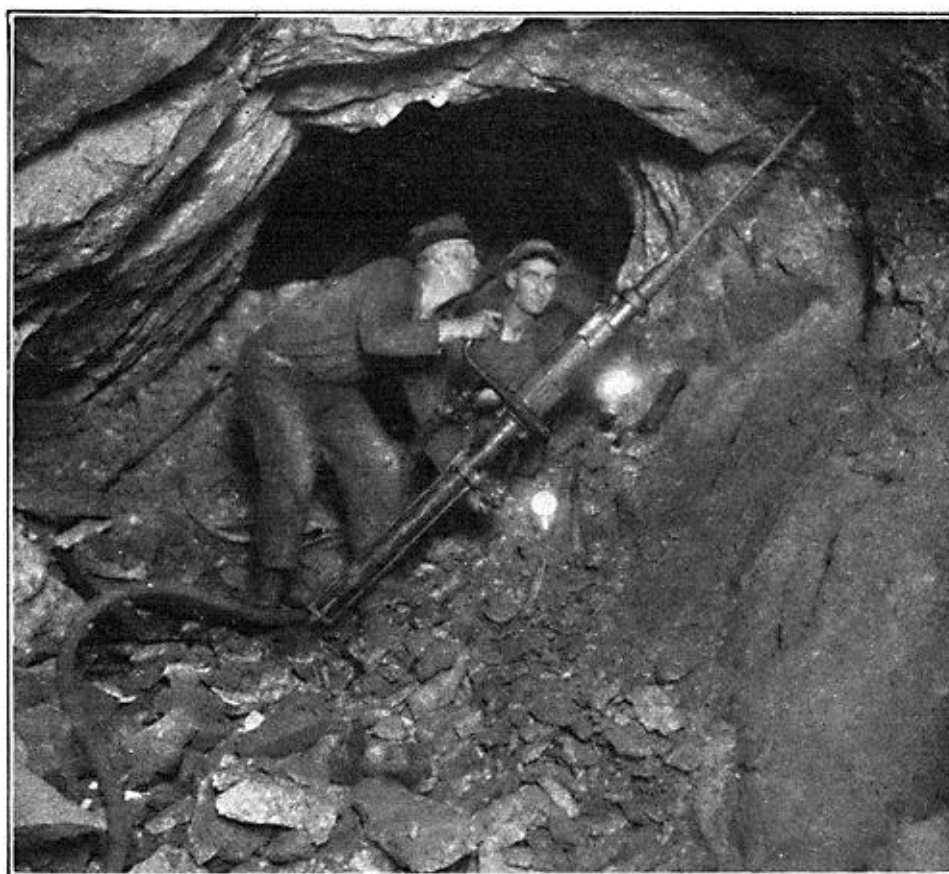
В самолете давление вверх, или “подъемная сила”, увеличивается за счет придания крыльям слегка изогнутой формы, или “выпуклости”. Воздух обтекает изогнутые крылья таким образом, что создает над ними всасывание, которое способствует толчку снизу. Фактическая величина подъемной силы для данной скорости была определена экспериментальным путем для крыльев различных форм и размеров, установленных под различными углами к линии движения. Если, когда машина находится в воздухе, подъемной силы достаточно, чтобы уравновесить вес самолета, последний летит горизонтально. Увеличение подъемной силы заставляет машину подниматься; уменьшение подъемной силы позволяет силе тяжести тянуть ее вниз.

Теперь предположим, что летчик летит горизонтально и хочет набрать высоту. В задней части машины, образующей часть ее хвостового оперения, находится откидная горизонтальная заслонка, называемая “рулем высоты”, находящаяся под управлением пилота. Наклоняя эту заслонку вверх, он заставляет воздух оказывать нисходящее давление на хвостовую часть машины, и, следовательно, носовая часть машины поднимается вверх. В то время как инерция самолета имеет тенденцию нести его по первоначальной траектории, его крылья теперь представляют больший угол наклона к воздуху, подъемная сила увеличивается, и машина поднимается. Выполнение этой операции в обратном направлении приведет к опусканию машины.

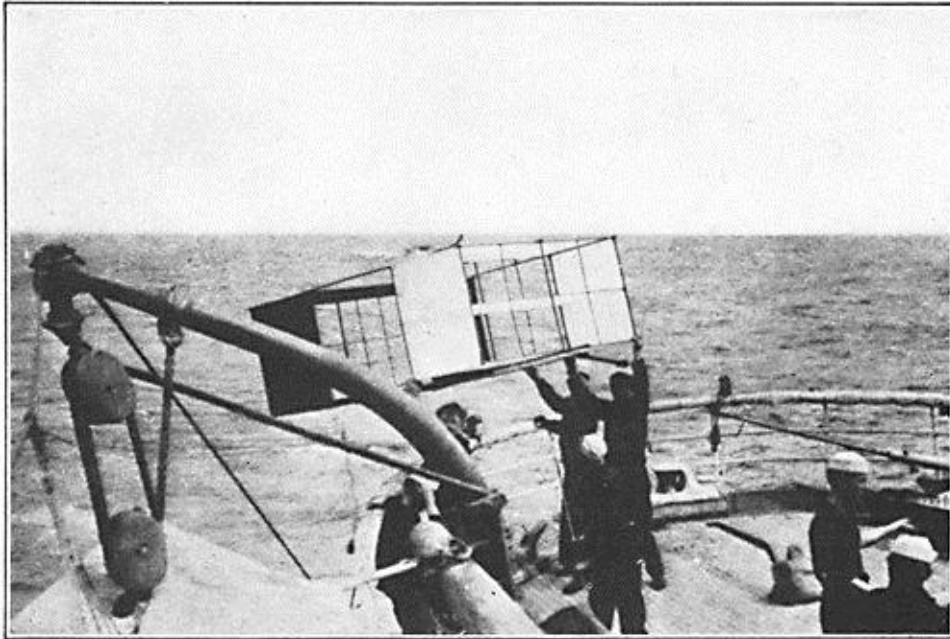


Русло реки Потомак в Вашингтоне. С высоты нескольких сотен или нескольких тысяч футов подводные очертания отчетливо видны на больших глубинах. Таким образом, объекты были сфотографированы на глубине 45 футов под водой. Отмели затоплены на глубину от 2 до 5 футов. В благоприятную погоду аэрофотоснимки полезны при проведении гидрографических съемок. *(Сфотографировано с воздуха доктором У. Т. Ли, Геологическая служба США.)*

Вертикально откидывающийся клапан в хвостовой части, действующий по тому же принципу, что и руль направления на корабле, позволяет пилоту поворачиваться горизонтально. Два или более небольших горизонтальных закрылка, известные как “элероны”, прикрепленные к крыльям, используются для сохранения поперечного равновесия машины и придания ей надлежащего “крена” при выполнении поворота.



Бурение сжатым воздухом на медном руднике. Бур также направляет в скважину струю воды для осаждения опасной сернистой пыли. *(Предоставлено компанией Sullivan Machinery Co.)*



Запуск воздушного змея Бюро погоды с “Сенеки” Во время Международного ледового патрулирования, чтобы исследовать воздух над океаном.

(Фотография, Бюро погоды США.)

Имея в виду эти несколько деталей, мы будем готовы рассмотреть в общих чертах, как ветер и другие атмосферные явления влияют на поведение самолета.

В отношении ветра существует важное различие между самолетом и морским судном. Простая сила ветра не опасна для самолета, за исключением случаев взлета или посадки. Летчик, летящий над облаками, без каких-либо ориентиров в поле зрения, по которым можно было бы оценить свои движения, осознает фактический ветер на этом уровне не больше, при условии, что он устойчивый, чем вращение земли вокруг своей оси. Он чувствует ветер, создаваемый движением его машины по воздуху, — так называемый “относительный ветер”, - но ничего другого. Настоящий ветер может быть простым зефиром или ураганом, дующим со скоростью 150 миль в час; насколько он в состоянии наблюдать, эффект на его машину тот же. С другой стороны, сильный ветер оказывает совсем иное влияние, чем легкий, на курс полета самолета относительно земли под ним. Если пилот, не имея ориентиров, ориентируется по компасу в определенной точке, и если дует сильный боковой ветер, о котором он не подозревает, его унесет далеко от его курса; ветер прямо впереди или за кормой просто повлияет на скорость его полета, так что он прибудет в пункт назначения позже или раньше, чем ожидал.

Одной из важных проблем авиации, особенно с коммерческой точки зрения, является предотвращение отклонения воздушных судов от курса ветром при полете без видимых ориентиров, т. е. над облаками, туманом, океаном или страной, не нанесенной на карту. Когда эта проблема будет решена, пилоты будут летать над облаками гораздо чаще, чем сейчас. Ветер на высоких уровнях обычно более устойчивый и сильный, чем на низких. Более сильный ветер является преимуществом или недостатком в зависимости от того, дует ли он в направлении полета или наоборот; но поскольку ветры на разных уровнях обычно дуют в разных направлениях, пилот, не зависящий от ориентиров, может выбрать любой уровень, обеспечивающий ветры, наиболее благоприятные для его предполагаемого полета.

На установленных воздушных маршрутах в настоящее время принимаются довольно сложные меры по информированию пилотов о направлении и скорости ветра на разных уровнях, с тем чтобы они могли должным образом учитывать этот фактор при формировании своего курса. В ясную погоду эту информацию легко получить, наблюдая за дрейфом пилотного аэростата с помощью теодолита или наблюдая в специально разработанное градуированное зеркало или пару зеркал за дрейфом дымового облака от снаряда, выпущенного зенитной пушкой и рассчитанного по времени разрыва на любой желаемой высоте. В пасмурную погоду следы дыма часто можно успешно наблюдать через небольшие разрывы в облаках. Когда небо полностью затянуто тучами, через определенные короткие промежутки времени выпускается серия снарядов, и расстояние между клубами дыма и направление линии, по которой они проходят, определяются с самолета, пролетающего над этим местом. Другой метод, который был разработан французской военной метеорологической службой во время войны, заключается в запуске небольших воздушных шаров, заряженных бомбами, которые взрываются через определенное время, местоположение каждого взрыва определяется по звуку с земли.

Эти методы предоставления информации о ветрах на эшелонах полета имеют, однако, свои серьезные ограничения, и аэронавты теперь с надеждой ожидают совершенствования существующих систем “направленной беспроводной связи”, посредством которых пилот будет получать, когда пожелает, или через регулярные промежутки времени беспроводной сигнал с конечной точки своего маршрута или какой-либо другой известной точки, направление, из которого поступает сигнал, указывается подходящим оборудованием на самолете. С такой помощью он никогда не должен сильно отклоняться от своего курса, если только сам этого не захочет.

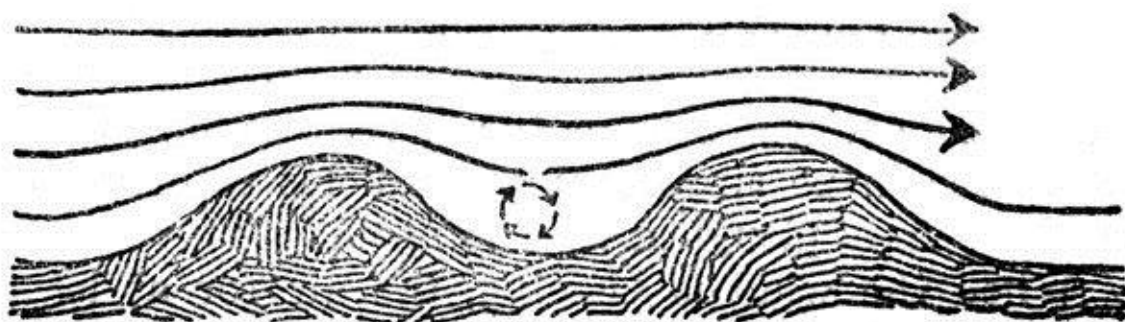
Для длительных перелетов, таких как пересечение Атлантики, пилот воздушного судна, естественно, будет использовать всю доступную информацию о больших постоянных или полупостоянных ветровых системах Земли, таких как пассаты в нижних слоях атмосферы, антитрадии над ними и довольно постоянный дрейф атмосферы в восточном направлении на высоких уровнях в средних широтах. Способность коммерческих самолетов приносить дивиденды обязательно зависит от использования преимуществ благоприятного ветра, в то время как неблагоприятный ветер может означать не только потерю денег, но и опасность продления полета до тех пор, пока не закончится запас топлива, что является серьезным затруднением над океаном, а также над землями, удаленными от цивилизации. Однако распространенной ошибкой современных авторов является переоценивание постоянства и надежности ветров в различных частях света и придание слишком большого значения картам постоянных ветров. Что особенно необходимо знать аэронавту, так это типичное поведение ветров в отношении распределения атмосферного давления, показанное на карте погоды, включая их колебания в зависимости от высоты. Придет время, когда информация, необходимая для составления графика ветров на различных уровнях, будет передаваться с частыми интервалами мощными радиостанциями воздушным навигаторам во всех частях света — система, которая уже находится на начальной стадии своего развития, особенно в Европе. Таким образом, пилот, совершающий длительное путешествие, сможет проложить свой курс таким образом, чтобы использовать ветры, которые будут ускорять его в пути. Даже сильные штормы, которых моряк стремится избежать, будут использованы летчиком в своих интересах.

Теперь мы должны рассмотреть другой аспект ветра, который гораздо больше интересует летчика, чем моряка, и это вопрос о “структуре ветра”. Непрофессионал обычно думает о ветре как о почти постоянном горизонтальном потоке воздуха. Такие ветры существуют, но они исключительны, особенно на нижних уровнях атмосферы. Ветер обычно полон порывов и вихрей, восходящих и нисходящих течений, и именно эти эксцентриситеты

постепенно развивают в летчике своего рода шестое чувство — “чутье” на атмосферные колебания, которое позволяет ему инстинктивно приспосабливать свою машину к силам, стремящимся нарушить ее равновесие. Он также на собственном опыте узнает, при каких условиях можно ожидать нарушений ярко выраженного характера. Он хорошо знаком с огромным потоком воздуха, который поднимает его машину вверх при прохождении холма или горки; с вихрем, который скрывается с подветренной стороны такого препятствия; с тенденцией воздуха опускаться над озерами, реками, болотами и лесами.

“Воздух настолько чувствителен, - пишет покойный известный британский летчик Густав Хамель, - что на него влияет даже цвет больших участков растительности. Невозможно сказать, полностью ли это связано с разной тепловыделяющей способностью разных цветов, но неизменно самолет, пролетая над травянистой местностью к полю, покрытому желтыми цветами, испытывает определенное возмущение воздуха, лишь менее заметное, чем неизбежный удар, испытываемый при переходе от зеленых полей к вспаханной земле или от вспаханной земли к лугу”.

Когда дует ветер, воздух по крайней мере на высоте нескольких сотен футов над землей почти всегда находится в состоянии волнения. Частично это происходит из-за трения движущейся жидкости о неровную поверхность земли, а частично из-за восходящих и нисходящих течений, вызванных разницей в температуре. Последний эффект проиллюстрирован быстрым подъемом воздуха над голой, залитой солнцем равниной и его падением на соседний лес или водоем. Восходящие потоки часто становятся видимыми из-за образования отдельных кучевых облаков, каждое из которых отмечает вершину поднимающегося столба влажного воздуха, в то время как в промежутках между облаками воздух обычно опускается. Измерения с помощью воздушных шаров показали, что вертикальные течения часто достигают скорости 600 футов в минуту и более, в то время как процесс образования града, по-видимому, указывает на то, что в грозовых облаках наблюдаются сильные порывы, достигающие 2000-2500 футов в минуту, а возможно, и намного больше. Нисходящий воздушный поток между облаками иногда настолько силен, что самолет не может пробиться сквозь него.



ПОТОК ВОЗДУХА Над ДВУМЯ ГРЕБНЯМИ

(В честь доктора Франца Линке.)

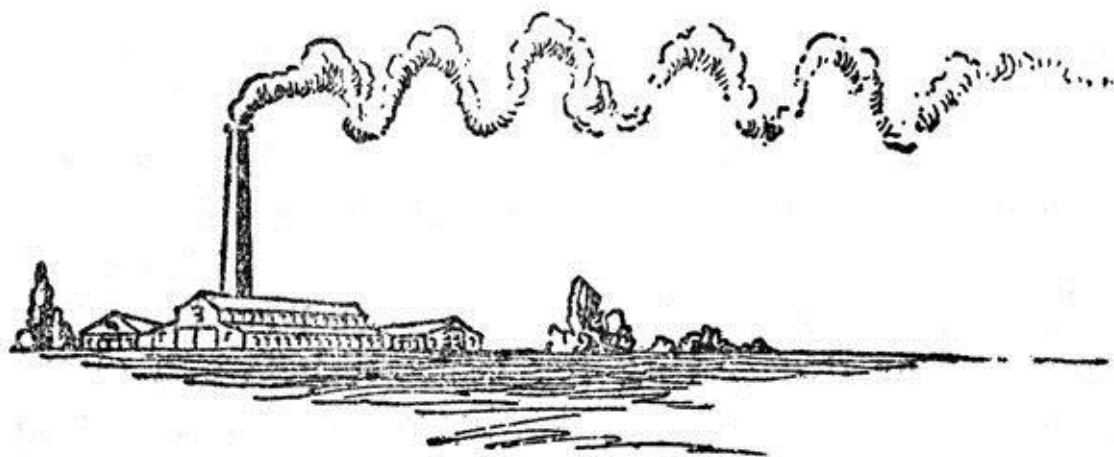
Обратите внимание на водоворот в долине с подветренной стороны первого хребта



УКРЫТОЕ МЕСТО ПОСАДКИ МОЖЕТ БЫТЬ ОПАСНЫМ

(В честь доктора Франца Линке.)

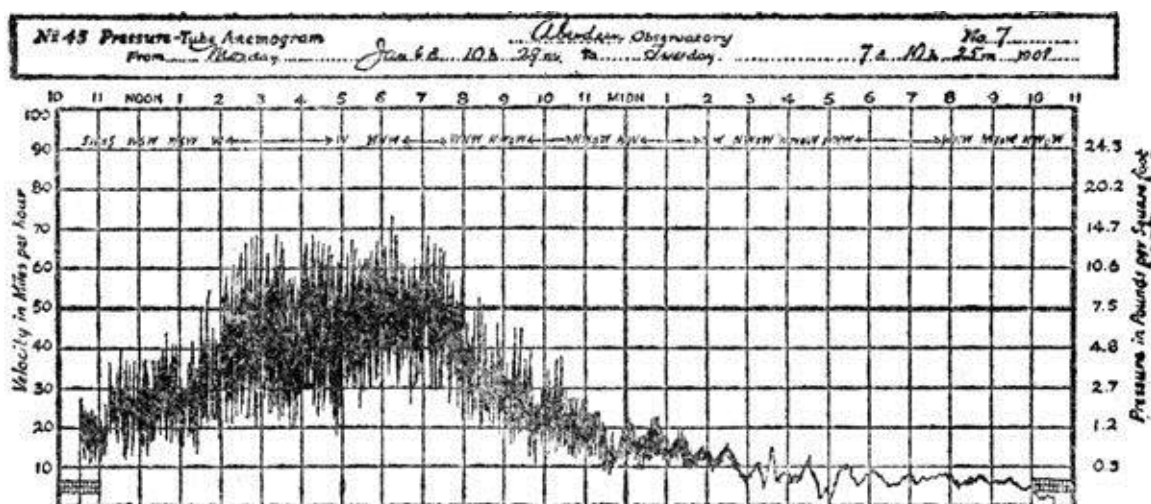
Посадочное место, окруженное деревьями, опасно в ветреную погоду из-за воздушных волн, образующихся между движущимся воздухом сверху и спокойным воздухом внизу.



ВОЗДУШНЫЕ ВОЛНЫ У ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ

Волны видны из - за дыма

Турбулентность нижних слоев воздуха — явление, которое значительно усложняет старт и посадку, — распространяется на различные высоты, особенно в зависимости от силы ветра. Грубое правило, выработанное пилотами Цеппелинов перед войной, состояло в том, чтобы ожидать турбулентных условий на высоте, равной силе ветра, в десять-двадцать раз превышающей силу ветра в метрах в секунду. Таким образом, при ветре 10 метров в секунду толщина турбулентного слоя составляла бы от 100 до 200 метров. Хорошую картину атмосферных взлетов и падений, с которыми сталкивается летчик при полете на низкой высоте, дает поведение дыма из заводской трубы при умеренном ветре, образующего дымовые волны.

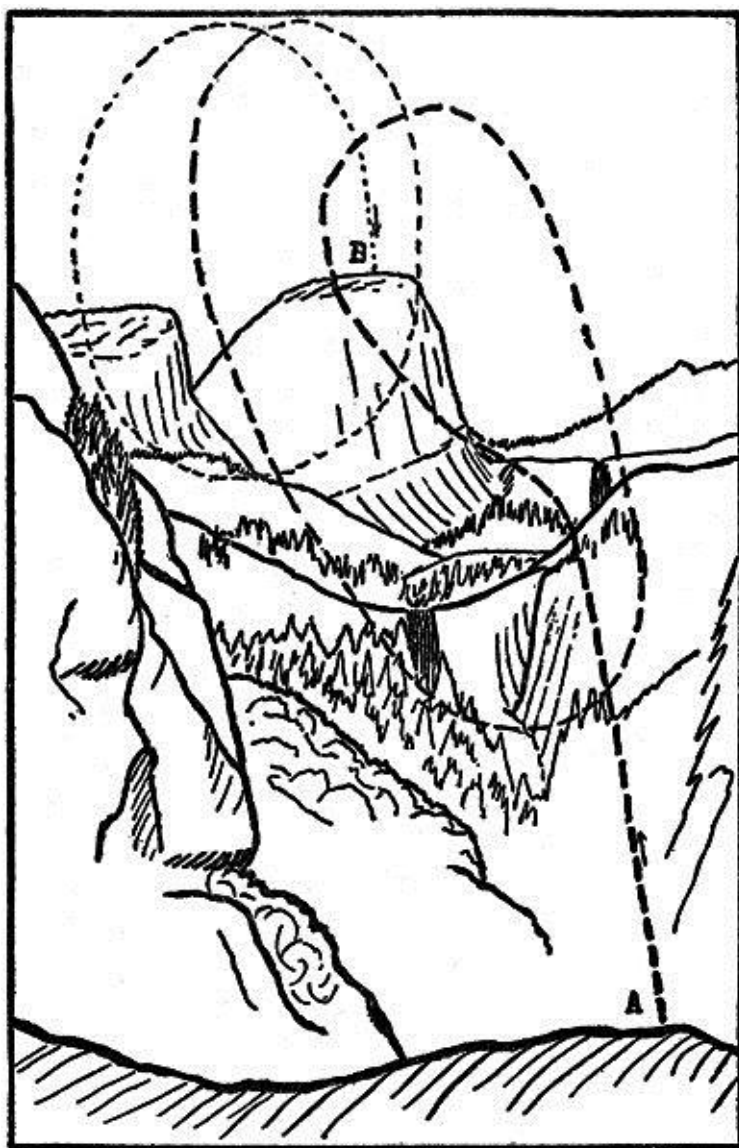


АВТОГРАФ ВЕТРА В ПОРЫВИСТЫЙ ДЕНЬ, ЗАПИСАННЫЙ С ПОМОЩЬЮ МАНОМЕТРИЧЕСКОГО АНЕМОМЕТРА

Вертикальные линии - это часовые линии, а горизонтальные линии показывают силу ветра в милях в час, а также в фунтах на квадратный фут.

Эти возмущения приводят к очень заметным колебаниям силы ветра, известным как порывы. Существуют определенные формы анемометров, специально разработанных для регистрации порывистости ветра. Запись силы ветра прослеживается ручкой на движущейся полоске бумаги, и полученная таким образом "анемограмма" показывает непрерывный ряд неровностей, протяженность которых увеличивается с увеличением силы ветра. Порывы и затишья часто чередуются с интервалом в несколько секунд или меньше, и фактическая сила ветра в данный момент может во много раз превышать его среднюю силу, скажем, за пять минут. Обычный анемометр не показывает этих быстрых колебаний, а просто показывает время, необходимое для того, чтобы ветер пролетел милю над прибором. Таким образом, когда такой прибор сообщает нам, что ветер дует со скоростью 40 миль в час, на самом деле он может варьироваться от 20 до 60 миль в час или в еще более широких пределах.

С тех пор как этот вопрос приобрел практическое значение в связи с потребностями авиации, было проведено много интересных исследований влияния различных видов рельефа на вышележащие воздушные потоки. Поразительный пример эксцентричных ветров, которые иногда преобладают в горных долинах, был описан мистером Б. М. Варни из Калифорнийского университета в "Ежемесячном обзоре погоды". С вершины крутого утеса примерно в 1100 футах над уровнем моря в долине Йосемити автор запустил широкие листы папиросной бумаги и с помощью мощного бинокля проследил за их полетом, поскольку они описывали огромные спирали диаметром в тысячи футов, наконец исчезая за горами на противоположной стороне долины. На прилагаемом эскизе показан путь создания одной из этих работ. От начальной точки в А до того, как она прошла за вершиной Либерти-Кап (В), на расстоянии более мили, за газетой наблюдали в течение 7 минут. Вершина Либерти-Кап находится примерно на высоте 1600 футов над точкой, с которой начался полет. Этот набросок визуализирует одну из щекотливых проблем, с которыми когда-нибудь столкнется пилот самолета для осмотра достопримечательностей или доставки почты в национальном парке Йосемити.



ВОЗДУШНЫЕ ПОТОКИ В ДОЛИНЕ ЙОСЕМИТИ

(Набросок Б. М. Варни.)

Полет листа бумаги через долину.

Хотя в среднем воздух на больших высотах намного устойчивее, чем у земли, на всех высотах, достижимых самолетами, иногда наблюдаются очень неустойчивые течения. Грозовые тучи, находящиеся на высоте тысяч футов над землей, всегда являются очагом сильных потрясений, но таких облаков летчик, как правило, может избежать. Когда слой воздуха скользит над другим, резко отличающимся от него по плотности, — а отдельные слои такого рода не редкость в атмосфере, — трение между слоями создает волны, подобные тем, которые возникают в воде при проносе над ней ветра. Если два потока движутся в одном направлении, но с разной скоростью, волны получаются длинными и правильными; когда они более или менее пересекаются, волны получаются короткими и порывистыми. Влага на гребнях этих волн может быть охлаждена до такой степени, что конденсируется в видимые облака, расположенные длинными непрерывными валами или рядами отдельных участков; формы, часто принимаемые перисто- и альто-кучевыми

облаками. Однако чаще воздушные волны остаются невидимыми, потому что условия влажности и температуры не подходят для образования облаков.

Вспоминая теперь то, что было сказано выше о том, как подъемная сила самолета изменяется в зависимости от угла, под которым крылья соприкасаются с воздухом, а также от скорости машины относительно воздуха, будет легко понять некоторые трудности, с которыми приходится сталкиваться при поддержании равновесия при полете в турбулентной атмосфере. Волны, вихри, вертикальные течения и другие особенности структуры ветра вызывают резкие изменения положения и скорости машины по отношению к воздушному потоку. Создаваемые таким образом внезапные увеличения и уменьшения подъемной силы оказывают на машину почти такой же эффект, как если бы она наезжала на твердое препятствие, с одной стороны, или ныряла в пустое пространство в атмосфере, с другой, и поэтому авиаторы метко описывают их как "удары" и "дыры в воздухе" соответственно. Последний термин, который, по-видимому, прочно укоренился во всех языках (французском, *воздушном*; немецком, *люфтлохе* и т.д.), имел печальный эффект поддержания в общественном сознании идеи о том, что летчик время от времени попадает в вакуум или полувакуум, который не может существовать в атмосфере. (Ближайший подход к такой вещи - разрежение в ядре торнадо или смерча из-за огромной центробежной силы вихря; с чем еще не сталкивался ни один летчик.)

Что еще хуже, разные части опорной поверхности машины могут получать разные импульсы. Одно крыло, например, может задело сильный порыв воздуха, с которым не столкнулось другое, в результате чего самолет накренился в одну сторону, или хвост машины может быть направлен в одну сторону, а нос - в другую. Опять же, вся машина может внезапно попасть в воздушный поток совершенно иной скорости и направления, чем тот, в котором она летела. В крайнем случае, он может столкнуться с потоком воздуха, текущим так же быстро и в том же направлении, что и сама машина, в результате чего *относительный* ветер становится нулевым, и машина, лишенная всякой подъемной силы, падает как камень, пока не наберет скорость относительно своей новой среды.

Когда такие условия преобладают, пилот постоянно занят своим "управлением"; теперь он перемещает руль высоты, чтобы отрегулировать равновесие в носу и корме, а теперь - элероны, чтобы выровнять киль в боковом направлении, и время от времени поворачивает руль направления, чтобы компенсировать воздействие горизонтальных порывов ветра. Руль высоты и элероны управляются одним рычагом, в просторечии называемым "джойстиком", а руль направления - переключателем, которым пилот управляет ногами. Обычные регулировки такого рода выполняются обученным летчиком автоматически, но сильные помехи требуют проявления мастерства и рассудительности. Вообще говоря, никакая атмосферная турбулентность не вызывает серьезных проблем у подготовленного пилота, за исключением тех случаев, когда он летит близко к земле, например, при старте и посадке.

Прежде чем мы оставим тему ветра, будет полезно еще раз подчеркнуть тот факт, который обычному обывателю трудно осознать, что единственные движения воздуха, влияющие на безопасность и комфорт полета, - это движения относительно машины, а не относительно земли. Для летчика, когда он отрывается от земли, устойчивый ветер любой скорости - это просто масса спокойного воздуха. Следовательно, у авиатора иногда будет совершенно плавный полет, когда ветер, измеренный на земле, дует со скоростью 40 или 50 миль в час; и снова он опишет воздух как грубый и неровный, когда флаги безвольно свисают со своих древков, а жители *твердой*, заявляют, что ни малейшее дуновение воздуха не колышется. В первые дни полетов авиаторы сами боялись сильного ветра. Так, Уилбур Райт во время своих первых показательных полетов во Франции никогда не

поднимался ввысь, если только дым от его сигареты не поднимался по прямой линии, и примерно до конца 1909 года ни один авиатор не пытался летать при ветре в 20 миль в час.

В настоящее время единственное атмосферное условие, серьезно препятствующее полетам, - это туман или низкая облачность. Летчик, летящий в тумане или облаках, не только склонен отклоняться далеко от своего курса из-за неизвестной маневренности своей машины, но и часто сильно сомневается в своей близости к земле. Одним из любопытных последствий такой ситуации является то, что летчик теряет ощущение вертикали. На земле наше ощущение верха и низа определяется силой притяжения, притягивающей нас к земле. Когда мы едем в наземном транспортном средстве, мы ощущаем другие толчки и притяжения; такие, например, как толчок, который бросает нас вперед, когда поезд внезапно останавливается, или внешний толчок, который мы ощущаем, когда поворачиваем на повороте. Опять же, спускаясь в лифте, мы, кажется, теряем вес, как будто сила тяжести внезапно ослабла. На земле все подобные впечатления корректируются видом окружающих нас предметов; но у летчика, окутанного туманом, нет таких ориентиров, и он часто совершенно запутывается в направлении земли. Поворот, который включает в себя крен, усиливает его замешательство. В конце концов, он может лететь почти вверх тормашками, не осознавая этого факта. Профессор Мелвилл Джонс, который прошел через подобный опыт, говорит о замешательстве пилота:

“Его первым признаком того, что что-то не так, является, как правило, либо увеличение, либо уменьшение скорости, чему не противодействуют привычные движения органов управления. Далее следует период дикого ожидания и полного замешательства, в течение которого пилот предпринимает яростные попытки восстановить управление, но безуспешно. Следующее, что он осознает, если он вообще что-то осознает, это то, что он либо лежит на спине, либо вращается, и следующее, что он осознает, это то, что он выходит из облаков, а земля стоит под нелепым углом и вращается, как тарелка пьяного ужина. Счастлив тот, у кого при таких обстоятельствах достаточно свободного пространства”.

Духовные уровни и аналогичные приборы подвержены тем же помехам, которые вводят пилота в заблуждение при оценке вертикали; но, к счастью, из-за остроты войны, во время которой полет в облаках был частью тактики военных авиаторов, существуют определенные другие устройства, которые практически решили эту проблему, хотя их использование еще не стало повсеместным.

Наибольшей трудностью, связанной с туманом, является проблема посадки. В случае вынужденной посадки на удалении от обычной посадочной площадки пилот должен просто положиться на удачу. Он может упасть в воду, или на верхушки деревьев, или на неровную почву, что приведет к поломке его машины, но у него нет выбора. Единственным решением этой проблемы является установка резервного двигателя или какой-либо другой способ, который позволит избежать необходимости вынужденных посадок. Задача найти посадочную площадку в тумане и безопасно спуститься на нее в ближайшем будущем будет сравнительно простой. Большинство туманов, хотя и далеко не все, настолько неглубоки, что можно привязать воздушный змей-шар так, чтобы он парил над туманом и указывал положение воздушной гавани. Несколько таких воздушных шаров, летящих тандемом, могли бы обеспечить достаточную подъемную силу, чтобы поддерживать ряд электрических фонарей на тросе для использования в ночное время. Для той же цели использовались прожекторы и “звездные оболочки”. Однако направленная беспроводная связь и беспроводной телефон, по-видимому, станут главной зависимостью будущего аэронавта, ищущего порт в тумане. Эти устройства также станут средством предотвращения столкновений в тумане или облачности на переполненных воздушных трассах, и особенно в условиях заторов, которые будут преобладать вблизи важных воздушных портов. И

последнее, но не менее важное: искусственное рассеивание тумана с помощью электрических разрядов, хотя все еще находится на стадии эксперимента, открывает возможности окончательного решения проблемы тумана не только для воздухоплавателей, но и для моряков, железнодорожных служащих и всех остальных, кому мешает туманная атмосфера.

Даже когда летчик не летит в облаках или тумане, он далеко не всегда может ясно видеть удаленные объекты. Легкая дымка ухудшает видимость, в то время как сильный ливень или метель могут затруднить обзор аэронавту так же сильно, как туман.

Из метеорологических элементов, влияющих на аэронавтику, помимо тех, которые мы упомянули, наиболее важным является плотность атмосферы, обычно выражаемая в терминах барометрического давления. Плотность воздуха уменьшается при движении вверх, и разреженная атмосфера высоких уровней оказывает несколько воздействий на воздушные суда. Его уменьшенная плавучесть накладывает ограничение на подъем воздушных шаров; его уменьшенное сопротивление делает необходимым полет самолета с большей скоростью, чтобы получить ту же подъемную силу; это снижает мощность бензиновых двигателей из-за уменьшения подачи воздуха; и это оказывает различные неприятные и даже опасные эффекты на аэронавта, подобные "горной болезни". Уровень, который данный самолет не может превысить из-за совместного эффекта снижения подъемной силы и мощности двигателя, известен как его "потолок". Разные типы самолетов имеют очень разные потолки.

На больших высотах воздух всегда очень холодный, как летом, так и зимой. Низкая температура может препятствовать эффективной работе двигателя и, конечно же, является источником дискомфорта для пилота. Образование льда и обильных отложений снега приводят к неудобствам как в самолетах, так и на дирижаблях. Град иногда является болезненным испытанием для воздухоплавателей. Наконец, молния до сих пор оставляла авиаторов невредимыми, но вызывала многочисленные катастрофы среди воздухоплавателей.

Недавнее быстрое развитие аэронавтики возложило тяжелое бремя дополнительной работы на метеорологические службы мира и произвело нечто вроде революции в их методах. Интересна история этих изменений. С начала двадцатого века и до нескольких лет перед Мировой войной метеорологи участвовали в масштабной кампании исследований в воздухе, используя воздушных змеев, подвесные аэростаты, пилотные аэростаты и зондирующие аэростаты для измерения ветра, температуры, влажности и давления на различных уровнях атмосферы. Другими словами, аэронавигационные методы использовались на службе метеорологии, но исследователям вряд ли приходила в голову идея изменить соотношение и сделать метеорологию служанкой воздухоплавания. На точку зрения, преобладавшую в те дни, хорошо указывает тот факт, что организация, отвечавшая за исследования верхнего слоя атмосферы по всему миру, была известна как "Международная комиссия научной аэронавтики", и это название она носила до 1919 года.

План регулярного предоставления метеорологических сводок в интересах воздухоплавателей зародился на некоторых небольших предприятиях в Германии примерно в 1909 году. Летом того же года доктор Франц Линке организовал службу штормового предупреждения в связи с Международной авиационной выставкой во Франкфурте, а в начале 1911 года было создано бюро авиационной погоды для всей Германии со штаб-квартирой в обсерватории Линденберга. Незадолго до войны аналогичное мероприятие было начато в Италии под руководством доктора Маттеуччи, чья служба первой в мире опубликовала ежедневные графики ветров на различных уровнях по всей стране, основанные на телеграфных сообщениях.

Во время войны регулярные метеорологические службы воюющих стран и метеорологические подразделения, приданные армиям и флотам, обеспечивали почти непрерывное предоставление информации о погоде для огромных флотов боевых самолетов. Бюллетени, распространявшиеся главным образом по беспроволочной связи, содержали подробную информацию о текущем и предполагаемом ветре на эшелонах полетов, распространённости тумана, степени видимости и т.д. Для передачи такой информации были разработаны новые телеграфные метеорологические коды, гораздо более сложные, чем те, что использовались до войны, и весь процесс наблюдения за погодой и составления отчетов о ней стал намного более трудоемким, чем это было в те дни, когда единственными интересами практической метеорологии были интересы суши и воды.

После окончания военных действий были предприняты большие усилия для поддержания этих новых операций метеорологических учреждений примерно на том уровне, который был достигнут во время войны. Задача, однако, сопряжена с трудностями из-за связанных с этим больших затрат. Она выполняется с разной степенью успеха в разных странах.

ГЛАВА XIX

ВОЕННАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ

Один из самых удивительных парадоксов, связанных с неправильным применением человеческого мозга и энергии, прославленных названием “военное искусство”, заключается в том, что, хотя погода всегда играла важную, а часто и решающую роль в военных операциях, до нескольких лет назад не предпринималось попыток включить метеорологию в сферу военной науки или воспользоваться услугами метеорологов на фронте.

Самый поверхностный обзор истории войн показывает тот факт, что атмосферные условия занимают важное место среди факторов “контроля” боевых действий. С военной точки зрения погода и климат имеют определенную аналогию с топографией. Они являются частью физического окружения, с которым командиру приходится считаться. Погода, однако, отличается от топографии тем фактом, что она подвержена быстрым изменениям, и поэтому вдвойне заслуживает внимания со стороны армии, которая должна не только учитывать наблюдаемую погоду в том виде, в каком она развивается, но также, насколько это возможно, предвидеть то, что должно последовать.

Все помнят разорение, постигшее французскую армию в России в 1812 году из-за неблагоприятных погодных условий, но менее известно, что Наполеон с присущей ему проницательностью получил от своих научных советников отчет о климате России, прежде чем спланировать свою кампанию; что зима в тот роковой год наступила намного раньше обычного; и, что самое интересное, на самом деле это был короткий период оттепели, а не сильные холода, предшествовавшие и последовавшие за ней, которые, превратив дороги в болота и растопив лед на Березине, привели к тому, что вода в России потеплела. кульминационная катастрофа.

Еще одно роковое изменение погоды положило начало битве при Ватерлоо. Это описано в хорошо известном отрывке из “Отверженных”, который содержит достаточно правды вперемешку с гиперболой, чтобы его стоило процитировать:

“S’il n’avait pas plu dans la nuit du 17 au 18 janvier, 1815, l’avenir de l’Europe était changé. Quelques gouttes de plus ou de moins out fait pencher Napoléon. Pour que Waterloo fût la fin d’Austerlitz, la Providence n’a eu besoin que d’un peu de pluie, et un nuage traversant le ciel à contre-sens de la saison a suffi pour l’écroulement d’un monde.”

Дожди и наводнения, приведшие к уничтожению римских легионов под командованием Вара в 9 году н.э., и сильные бури, которые помогли английским морякам разгромить испанскую армаду, представляют собой дополнительные хорошо известные примеры огромной важности погоды как фактора ведения войны. Однако нам не нужно заглядывать дальше, чем на недавний мировой конфликт, чтобы найти множество подобных примеров. Оставляя в стороне косвенное влияние погоды на ход войны, проявляющееся в контроле над урожаем, транспортом и другими аспектами экономической жизни воюющих и

нейтральных стран, нам достаточно просмотреть газеты военного времени, чтобы увидеть, как сами армии помогали или беспокоились из-за метеорологических условий на каждом шагу. Война была великим популярным учителем климатологии, так же, как и географии. Изматывающие фламандские зимы, столь же грозные для солдат в окопах, как и пули врага, стали столь же привычными для нынешнего поколения американцев, как и в некоторой степени схожие условия в Виргинии для американцев периода Гражданской войны.

Британские кампании в Месопотамии были в такой же степени конфликтом с климатом, как и с врагами-людьми. Марши совершались, когда температура составляла 110 градусов по Фаренгейту и выше. Говорят, что температура в больничных палатках достигала 130 градусов. Катастрофа в Кут-эль-Амаре произошла из-за дождей и наводнений, которые не позволили подкреплению добраться до осажденного гарнизона. Провал экспедиции в Дарданеллы был частично вызван тем фактом, что не была осознана крайняя засушливость страны — как это было бы, если бы Военное министерство созвало совет климатологов - и были приняты совершенно неадекватные меры по водоснабжению.

Новые боевые машины, появившиеся в результате недавней борьбы, были особенно чувствительны к погодным условиям. Более крупные орудия и тяжелые грузовики было трудно передвигать по раскисшим дорогам. Самолеты, несмотря на то, что им удавалось летать в любую погоду, потерпели бесчисленные катастрофы, причиной которых были атмосферные условия — в основном штормы и туман, — а на их работу заметно влияли благоприятные и неблагоприятные ветры. Снаряды были выпущены на беспрецедентную высоту, и их траектории были изменены неизвестными условиями в верхних слоях воздуха. И последнее, но не менее важное: использование ядовитых газов, особенно в период до того, как газовые облака были в значительной степени заменены газовыми снарядами, зависело от наступления соответствующих ветров; и небольшой просчет в этом отношении иногда приводил к катастрофе для войск, использующих газ.

Неудивительно, что профессиональные метеорологи сыграли определенную роль в Мировой войне, но трудно понять, почему метеорологические подразделения не были приданы всем армиям, по крайней мере, когда они находились на действительной службе, за несколько десятилетий до 1914 года. Метеорологи действительно принимали участие в одном более раннем конфликте, но не в качестве зачисленных солдат. Во время испано-американской войны Бюро погоды Соединенных Штатов организовало специальную службу для защиты американского флота в южных водах от неприятных сюрпризов в виде вест-индских ураганов. Летом 1898 года Бюро создало сеть наблюдательных станций вокруг Карибского моря. Служба, открытая затем в связи с военной необходимостью, оказалась настолько ценной для судоходства в мирное время, что продолжает функционировать, с некоторыми перерывами, вплоть до настоящего времени.

Когда разразилась мировая война, единственной страной, которая немедленно задействовала метеорологов как таковых, была Германия. Немцам повезло в том, что в их распоряжении было гораздо большее количество подготовленных метеорологов, чем у их врагов. В нескольких немецких университетах и средних школах имелись кафедры метеорологии, а многочисленные метеорологические обсерватории и институты Империи предоставили работу для большого количества профессиональных талантов в этой области. Одним из первых действий армии, вторгшейся в Бельгию, было создание аэрологической службы в этой стране.

Страны Антанты не спешили добавлять метеорологические подразделения в свои армии, но их гражданские метеорологические службы максимально использовались в военных целях с самого начала войны. Сначала они работали в условиях трудностей, возникших из-за прекращения обычных сводок погоды из Центральной Европы, но, чтобы компенсировать

этот недостаток, карта погоды была расширена в других направлениях, количество ежедневных часов наблюдений было увеличено, и в конечном итоге синоптики в Лондоне и Париже получили гораздо лучшие возможности для составления своих прогнозов, чем они пользовались в мирное время. Предоставление информации о погоде населению было приостановлено, и были приняты большие меры предосторожности, чтобы не допустить использования сообщений союзных служб противником. Немецким метеорологам серьезно мешало отсутствие сообщений с запада. Утверждалось, что такие сообщения иногда получали по радио с подводных лодок, дислоцированных у берегов Ирландии, но такая служба, если она и существовала, должна была быть фрагментарной и неудовлетворительной. То, что немцы допустили много ошибок в своих попытках определить атмосферные условия над Британскими островами на основе ограниченной метеорологической карты, имевшейся в их распоряжении, подтверждается тем фактом, что их дирижабли часто пересекали Ла-Манш, в то время как, имея более обширные сведения о надвигающейся погоде, они, несомненно, остались бы дома. Несколько цеппелинов потерпели крушение в ходе этих несвоевременных налетов. Одной из интересных рутинных обязанностей британского метеорологического управления во время войны было составление карты погоды на данный момент так, как ее, вероятно, нарисовали бы немцы, с их ограниченным набором телеграфных сообщений, а затем предсказание немецкого прогноза!

Весной 1915 года в британской армии была организована небольшая метеорологическая секция, приданная королевским инженерам. Впоследствии эти силы были расширены и предоставили подразделения для несения службы на нескольких фронтах сражений. Британцы также создали военно-морскую метеорологическую службу, которая существовала в зачаточном состоянии до войны, и, в конечном счете, специальную метеорологическую службу для Королевских военно-воздушных сил. Аналогичные службы были организованы французами и итальянцами.

Армия и военно-морской флот Соединенных Штатов создали метеорологические службы вскоре после того, как эта страна вступила в войну. Первый был прикреплен к Корпусу связи и частично состоял офицером и набирался из Бюро погоды. В Колледж-Стейшн, штат Техас, была открыта школа подготовки армейских метеорологов. В этой школе прошли обучение более 300 человек, и большинство из них были отправлены за границу. Военно-морскую метеорологическую службу возглавлял директор обсерватории Блу-Хилл, и младшие офицеры проходили специальную подготовку в этом учреждении.

Разнообразная деятельность, осуществляемая этими подразделениями военного времени, настолько отличалась от традиционных обязанностей метеорологов, что можно сказать, что она знаменует появление новой отрасли прикладной науки — Военной метеорологии. Более того, как мы увидим, они оказали чрезвычайно плодотворное воздействие на метеорологическую науку в целом.

В основных зонах боевых действий военные метеорологи поддерживали плотную сеть наблюдательных пунктов, отчеты с которых в сочетании с отчетами, получаемыми от обычных метеостанций союзных и нейтральных стран в мирное время, позволяли синоптикам в штабах поддерживать тесную связь с изменениями атмосферы. Наблюдения как за состоянием поверхности, так и за состоянием верхних слоев воздуха производились с частыми интервалами, и в значительной степени использовалась радиотелеграфия для обеспечения оперативной передачи отчетов. В целом, карты погоды составлялись четыре раза в день. Информация распространялась среди воюющих частей на месте по телефону и иным способом.

Огромный парк самолетов, вызванный к жизни войной, сам по себе поставил бы военных метеорологов перед необходимостью уделять большое внимание верхним слоям воздуха. Пилотные аэростаты запускались так часто и в таком количестве точек, что авиаторы, как правило, точно знали, с какими ветрами они столкнутся в воздухе. Были приняты специальные меры для отслеживания распространения по стране шквалов грозы, которые представляли серьезную опасность для “сосисок”, или аэростатов наблюдения, а также для самолетов на земле и в ангарах.

Однако существовала еще одна неотложная причина для пристального наблюдения за ветрами и другими атмосферными условиями на различных уровнях над поверхностью Земли. Опыт, приобретенный в начале войны, доказал, что старомодные методы корректировки прицеливания артиллерии с учетом метеорологических помех были крайне неадекватны для современных орудий, снаряды которых поднимаются на высоту от 10 000 до 20 000 футов и сталкиваются с условиями, совершенно отличными от тех, которые преобладают на поверхности. На полет снаряда влияют сила и направление ветра, а также плотность воздуха, через который он проходит. Некоторые современные снаряды остаются в воздухе до 70 секунд, и умеренный ветер, дующий поперек траектории такого снаряда, может легко привести к тому, что он упадет в полумиле от точки, в которую он попал бы, если выстрелить в неподвижном воздухе. Одной из рутинных обязанностей армейской метеорологической службы было наблюдение за ветрами и вычисление плотности воздуха на разных высотах везде, где такая информация требовалась артиллерии. Чтобы облегчить применение таких данных артиллеристами, были разработаны оригинальные методы расчета так называемого “баллистического ветра”. Это фиктивный ветер, который, воздействуя на снаряд на протяжении всего его полета, будет производить тот же общий отклоняющий эффект и влиять на дальность полета, что и различные ветры, с которыми на самом деле сталкивается снаряд.

Метеорологические наблюдения также имели большое значение в связи с новым процессом определения местоположения удаленных орудий, известным как “звуковая дальнометрия”. Этот процесс заключается, вкратце, в определении точного момента прихода в несколько точек звуковых волн, распространяющихся по воздуху от размещаемого пистолета. Если бы звук распространялся с одинаковой скоростью, эти наблюдения показали бы точное расстояние каждой из точек наблюдения от орудия, а простая геометрическая конструкция указала бы положение последнего. Однако на скорость звуковых волн в воздухе влияют как ветер, так и температура. Соответственно, необходимо было учитывать эти изменяющиеся факторы, и метеорологические подразделения предоставили необходимые данные.

Наблюдение и предсказание ветров, благоприятствующих использованию ядовитых газов друзьями или врагами, было одной из самых деликатных задач, возложенных на армейских метеорологов. Поток таких газов определяется ветрами, дующими близко к поверхности земли, и на них в значительной степени влияет рельеф местности. Местные воздушные потоки, контролируемые наклоном местности, особенно использовались для газовых атак. Сильные ветры были неблагоприятными, потому что они быстро рассеивали газовое облако. Метеорологи не только советовали своим собственным войскам, когда использовать газ, но и предупреждали, когда атмосферные условия были таковы, что противник, вероятно, применит газ. Успех применения газовых снарядов в меньшей степени зависел от ветра, чем высвобождение газовых облаков, но даже когда использовались снаряды, ветер и погода в заданной точке были важными факторами.

Острота ведения войны привела к появлению нескольких новых особенностей метеорологической практики, полезность которых не прекратилась с началом войны. Таким

образом, стало обычным измерять степень "видимости" удаленных объектов в интересах авиаторов и артиллеристов, и этот элемент был включен в обычные сводки погоды. Были приняты шкалы видимости, варьирующиеся от "очень плохой" до "отличной" и т.д., и в конечном итоге были разработаны определенные виды приборов ("измерители видимости") для получения довольно точных измерений этого погодного фактора.

Другой новой практикой, заслуживающей увековечения, был принятый военными синоптиками план добавления к своим прогнозам заявления об их вероятной точности; это выражалось в числовой шкале "шансов", вместо использования расплывчатых терминов "вероятно" и "возможно", которые обычно служили целям сомнительных синоптиков.

Война привела ко многим усовершенствованиям приборов и методов, используемых для зондирования верхних слоев атмосферы; а интенсивная кампания наблюдений с помощью пилотных аэростатов, проводимая на военных базах, предоставила массив данных для изучения, не имеющих аналогов в истории метеорологии.

Наконец, война произвела революцию в метеорологической телеграфии в Европе. Перед войной европейским синоптикам мешали невыносимые задержки со сбором отчетов по телеграфным линиям, особенно в международном обмене наблюдениями. Беспроволочный телеграф широко использовался для сбора донесений с судов и снабжения судов прогнозами, но не для обмена метеорологической информацией на суше. Война все это изменила. Радиотелеграфные сообщения о погоде стали правилом, и преимущества новой системы были настолько очевидны, что после войны наметилась тенденция сохранить ее, насколько это возможно.

ГЛАВА XX

МЕДИЦИНСКАЯ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ

Отправной точкой в любом исследовании физиологического воздействия погоды и климата на человечество является замечательный факт, что в самые жаркие дни лета и самой холодной зимы, в тропических пустынях и среди полярных снегов температура внутри тела здорового человека остается постоянной с точностью до доли градуса. Существуют небольшие различия в температуре между различными частями тела; наблюдается периодическое ежедневное колебание примерно на полградуса; и есть другие незначительные изменения из-за приема пищи и физических упражнений; но внутренняя температура около 98,6 градусов по Фаренгейту поддерживается практически без учета колебаний температуры воздуха.

Тело часто сравнивали со зданием, в котором температура регулируется термостатом, но сравнение не точное. Термостат регулирует температуру, просто регулируя сгорание топлива, а с наступлением мягкой погоды мы полностью гасим огонь. В теле всегда горит огонь, и быстрота, с которой он горит, или, если отбросить метафору, скорость, с которой вырабатывается телесное тепло, зависит, прежде всего, от мышечной активности, но также и от других причин. Это правда, что мы обладаем нервным механизмом, аналогичным термостату, который стремится регулировать выработку животным тепла таким образом, чтобы компенсировать охлаждающий эффект окружающей среды; но этот механизм, по-видимому, менее важен для поддержания нашей постоянной температуры, чем другой, который регулирует потерю тепла телом. По словам М. Дж. Розенау:

“Тепло теряется телом главным образом двумя способами; (1) за счет *теплопередачи* или потери за счет излучения, проводимости и конвекции; (2) за счет *испарения*, главным образом за счет испарения воды с потом. Петтенкофер и Войт оценили потерю воды легкими в 286 граммов, а кожей - от 500 до 1700 граммов в день. Это даст некоторое представление о рассматриваемых эффектах. Потери при теплопередаче уменьшаются по мере повышения температуры окружающего воздуха. Температура тела повышалась бы, когда температура атмосферы поднимается выше 70 градусов по Фаренгейту, если бы при этом не выделялся пот. Пока пот может свободно испаряться, теплопродукция и теплотери сбалансированы. При высокой влажности испарение уменьшается, и баланс поддерживается за счет прилива крови к коже, что вызывает повышение температуры поверхности, и, таким образом, облегчается потеря тепла за счет излучения, теплопроводности и конвекции”.

Температурные ощущения человека парадоксальны. Мы говорим о том, что нам “жарко” и “холодно”, как если бы мы принадлежали к классу холоднокровных животных - рыб и рептилий, — которые на самом деле подвергаются большим перепадам температуры вместе с перепадами температуры окружающей среды. Мы слышим, как люди говорят, например, что им комфортнее всего при температуре 65; однако мы знаем, что их температура всегда составляет 98½, за исключением только поверхности тела.

Человеческое тело, по сути, является плохим термометром. Наши ощущения не регистрируют температуру воздуха, но они, в некотором смысле, регистрируют охлаждающую способность воздуха, которая зависит от температуры, влажности и движения воздуха, и они регистрируют, в частности, изменения этой охлаждающей способности, поскольку в определенных пределах тело вскоре приспосабливается к постоянной скорости охлаждения, так что исчезает всякое ощущение тепла или холода. Когда налажен устойчивый отток тепла от тела и мощность внешнего охлаждения внезапно увеличивается, мы начинаем осознавать разницу между температурой на поверхности тела и "температурой крови" под ним. Действие нервов на поверхности и нервов под ней в этих обстоятельствах было сравнено с действием термопереключателем, в котором электрический ток возникает из-за разницы температур. Скорость испарения с кожи также оказывает заметное влияние на наши ощущения комфорта и дискомфорта.

Обычный термометр давным-давно был дискредитирован как средство измерения атмосферного комфорта. Затем, на какое-то время, термометр с мокрой лампочкой пережил свое время, и однажды его показания были широко опубликованы в этой стране как представляющие "ощутимую температуру", или температуру, которую мы действительно ощущаем. Термометр с влажной колбой охлаждается за счет испарения ниже температуры воздуха, за исключением случаев, когда воздух насыщен влагой, и поэтому может давать приблизительное представление о температуре, приобретаемой кожей при увлажнении с потом. Однако температура кожи не является точным показателем наших ощущений тепла или холода, равно как и удовлетворительным ориентиром для физиологического воздействия атмосферных условий.

Было разработано несколько приборов для измерения охлаждающей способности воздуха, на которую должен реагировать механизм организма, чтобы поддерживать внутри себя равномерную температуру. Один из них был изобретен почти полвека назад Дж. У. Осборном. Пористый цилиндр наполняли теплой водой, а мешалка, приводимая в действие часовым механизмом, поддерживала равномерную температуру воды в цилиндре в любой данный момент. Скорость, с которой терялось тепло с влажной поверхности цилиндра, определялась с помощью термометра, колба которого была погружена в воду, и секундомера. Другой план был принят А. Пиче в приборе, который он назвал *депердитометром*, и который, как предполагалось, должен был более точно имитировать поведение тела. Пористый сосуд заполняется водой, температура которой постоянно поддерживается на уровне "тепла крови" (98,6 градуса по Фаренгейту) с помощью газовой струи, снабженной автоматическим регулятором. Затем предполагается, что количество газа, сгоревшего за данное время, измеряет охлаждающую способность атмосферы, поскольку она влияет на человечество. *psuchrainometer* Дж. Р. Милна сконструирован по тому же принципу, но тепло подается и измеряется электрически.

Среди многих других приборов этого класса, одним из которых сейчас пользуется особая популярность, является *кататермометр*, разработанный профессором Дж. Леонард Хилл, Англия. Он состоит из пары спиртовых термометров с большими колбами, колба одного из которых покрыта тонкой хлопчатобумажной сеткой. Чтобы использовать прибор, колбы погружают в воду при температуре около 150 градусов по Фаренгейту до тех пор, пока спирт не поднимется до верха трубок термометра. Затем с мокрой луковицы стягивают избыток воды, а другую луковицу высушивают. Наконец, приборы подвешиваются в воздухе, и скорость охлаждения от 110 до 100 градусов или от 100 до 90 градусов измеряется секундомером. Предполагается, что измерения в сухих колбах показывают, как быстро человеческое тело теряет тепло на своей поверхности за счет излучения и конвекции, в то время как измерения во влажных колбах также учитывают испарение.

Чтобы связать показания этого устройства с ощущениями человека, Хилл и его сотрудники использовали прибор в самых разных атмосферных условиях, как в помещении, так и на улице, и сравнили показания с независимыми оценками комфорта и дискомфорта. В идеальный летний день “мокрое ката” упало со 110 до 100 за 25 секунд, а “сухое ката” - за 85 секунд. В помещении на берегу моря летом, в комфортных условиях, показания составили 50 секунд и 140 секунд соответственно. Опубликовано большое количество других показаний, сделанных в различных условиях в различных частях мира. Кататермометр в настоящее время используется как в Великобритании, так и в Соединенных Штатах при изучении проблем вентиляции, и о нем имеется довольно обширная литература. По словам его изобретателя, “отопление и вентиляция помещений должны быть организованы таким образом, чтобы температура влажной лампы опускалась со 100 до 90 градусов примерно за одну минуту, а сухой лампы - примерно за три минуты”.



Киоск Бюро погоды на Юнион-сквер в Сан-Франциско.
(Фотография, Бюро погоды США.)



Станция Метеорологического бюро США обсерваторного типа в Пеории, штат Иллинойс.
(Фотография, Бюро погоды США.)

Независимо от достоинств этих конкретных приборов, несомненно, что охлаждающая способность воздуха, которая существенно отличается от температуры воздуха, является очень важным фактором, определяющим наш комфорт и наше здоровье. В определенных пределах организм может легко приспособиться к изменениям охлаждающей способности воздуха; в более широких пределах регулировка осуществляется с трудом, и мы испытываем дискомфорт и, возможно, страдаем со здоровьем; и, наконец, существуют экстремальные условия, в любом направлении, к которым приспособиться невозможно; тогда внутренняя температура либо понижается, либо повышается, в зависимости от обстоятельств, и сравнительно небольшое изменение такого рода приводит к летальному исходу; т. е. Смерть наступает в результате охлаждения или теплового удара.

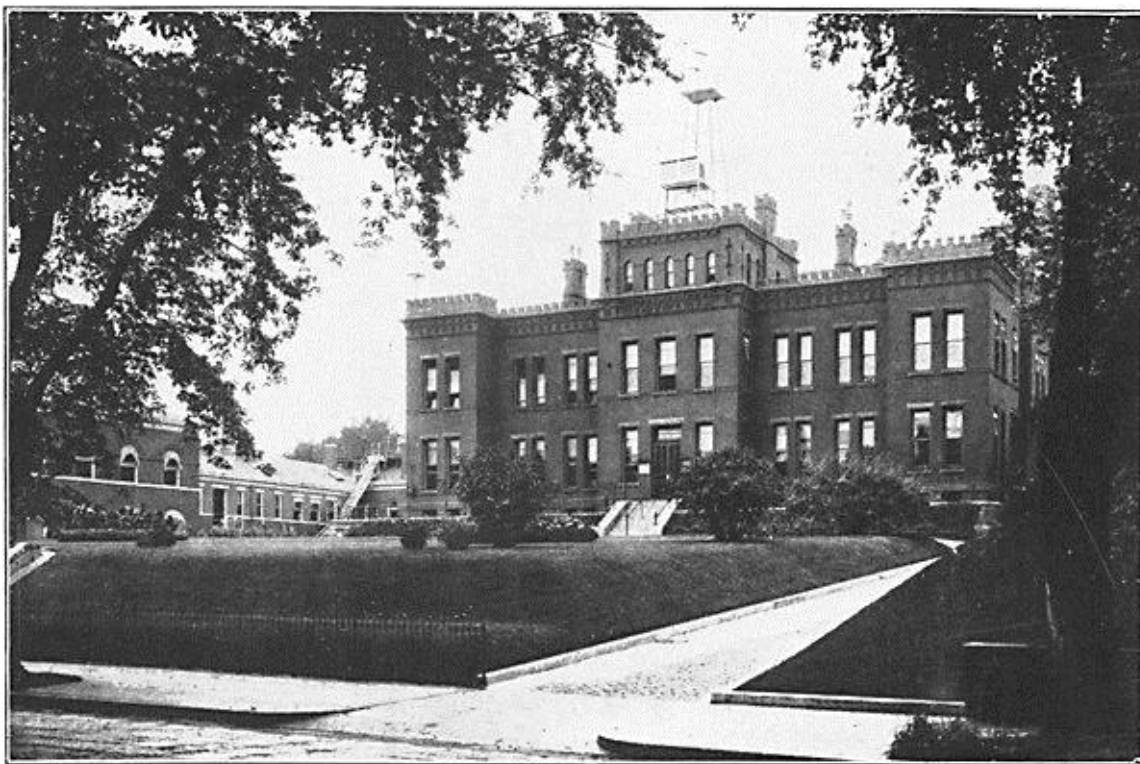
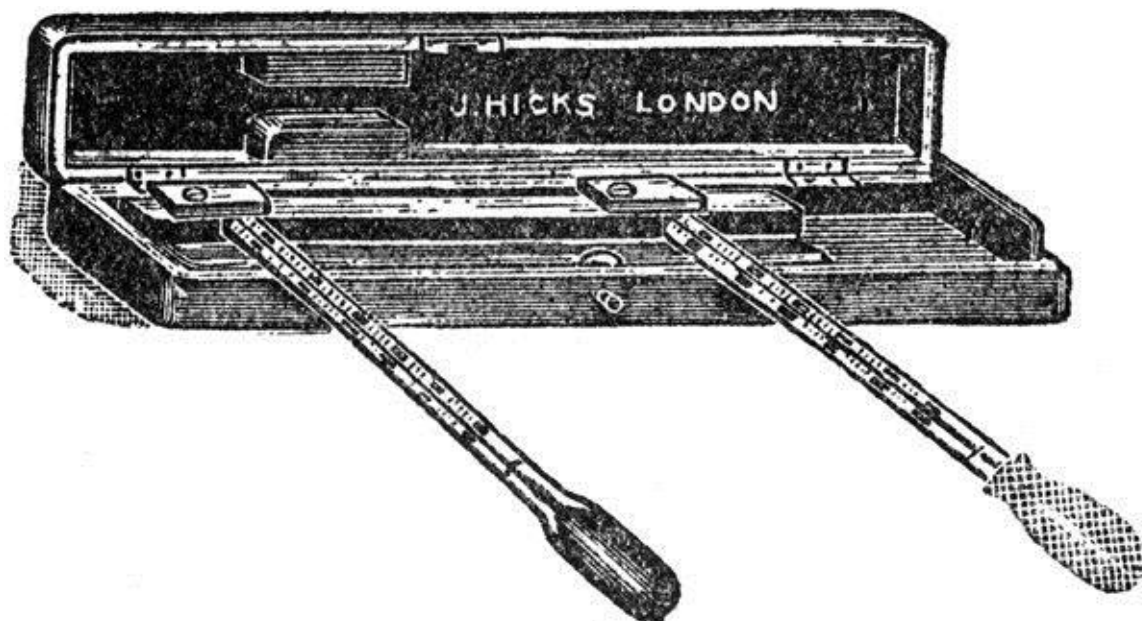


Фото Бюро погоды США

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОФИС БЮРО ПОГОДЫ США В ВАШИНГТОНЕ

Одним из интересных результатов недавних исследований по этому вопросу является открытие, что негативные последствия переполненных, “душных” помещений, как правило, связаны не с примесями в воздухе, а с высокой температурой, влажностью и особенно с отсутствием движения воздуха. Кажется, теперь доказано, что не существует такого понятия, как “отравление толпой”, и что неприятные запахи в закрытых помещениях не являются признаком того, что воздух вреден. Профессор Хилл, который больше, чем кто-либо другой, сделал для того, чтобы опровергнуть традиционные представления о вентиляции, говорит нам, что “смерти в Черной дыре Калькутты, депрессии, головные боли и т.д., Возникающие в тесных помещениях, одинаково вызваны застоем тепла; жертвы Черной дыры умерли от теплового удара”. Самые последние авторы по физиологии также дискредитируют проверенные временем методы проверки чистоты воздуха путем измерения процентного содержания в нем углекислого газа. Количество этого газа, обычно присутствующего в свободном воздухе, составляет около трех сотых процента, но эксперименты показали, что в тридцать раз больше этого количества — на процент выше, чем в помещениях с самой плохой вентиляцией, — которым можно дышать в течение нескольких часов подряд без каких-либо вредных последствий. Дальнейший отход от старомодных взглядов виден в утверждении недавних авторитетных источников о том, что дефицит кислорода, если только он не является гораздо более выраженным, чем когда-либо, на самом деле не возникает в зданиях, шахтах и т.д., где снабжение этим газом было предметом столь пристального внимания, не имеет никакого физиологического значения. В подтверждение этого утверждения указывается, что на горных курортах концентрация кислорода на открытом воздухе намного ниже, чем в самых плохо вентилируемых помещениях на уровне моря. В шахтах достаточный запас кислорода может быть положительно опасен, поскольку способствует возникновению взрывов. Они были

редкостью до принятия законов, требующих высокого содержания кислорода в шахтном воздухе.



КАТАТЕРМОМЕТР ХИЛЛА

Чрезмерная сухость кожи, которая является распространенной причиной дискомфорта, не очень тесно связана с влажностью воздуха. “Зимой, ” говорит Хилл, - если дует ветер, скорость испарения настолько ускоряется, что кожа кажется сухой, потому что для того, чтобы остановить потерю тепла телом, потовые железы бездействуют, а кровеносные сосуды охлажденной кожи сужаются”. Было много дискуссий о сухости воздуха в американских зданиях зимой, и были приведены поразительные цифры, показывающие, что воздух в таких зданиях суше, чем в пустынях. Что касается измерений относительной влажности, то это совершенно верно; но, как указал доктор Г. Т. Палмер из Комиссии штата Нью-Йорк по вентиляции, существует важное различие между сухостью и “пересушиваемостью”. Последнее зависит от движения воздуха, а также от относительной влажности. Циркуляция воздуха в пустыне, как правило, гораздо активнее, чем в здании с закрытыми окнами, и, следовательно, гораздо более способствует быстрому испарению. Существуют системы вентиляции, в которых воздух поддерживается в постоянном и быстром движении, и, вероятно, только в таких случаях воздух в наших отапливаемых домах можно сравнить с воздухом пустыни. С европейской точки зрения, американские здания, как известно, сильно перегреваются, но это, вероятно, связано с тем фактом, что наше жаркое лето — гораздо более жаркое, чем в Европе, — приспособило нас к тропическому климату.

Естественно задаться вопросом, не оказывают ли атмосферные условия, влияющие на комфорт человека, также заметного влияния на его мышечную работоспособность и умственные способности. Ряд изобретательных авторов дали утвердительный ответ на этот вопрос, стремясь установить определенные количественные соотношения между определенными состояниями атмосферы и производительностью труда на фабриках, оценками, получаемыми школьниками, и т.д. Так, доктор Элсворт Хантингтон, известный специалист в этой области, заявляет, что наиболее благоприятная среднесуточная температура для умственной деятельности (температура, измеряемая на улице) составляет около 40 градусов по Фаренгейту, а для физической активности около 60 градусов по

Фаренгейту. Вопреки распространенному мнению, он считает, что наша общая работоспособность находится на низком уровне в середине зимы и довольно высока летом. Изменчивость температуры в определенных пределах он считает стимулирующей; стабильная температура - наоборот. Он нарисовал диаграммы, показывающие распределение того, что он называет "климатической энергией", то есть комбинации определенных погодных факторов, которые, как предполагается, контролируют эффективность человека, по всему миру, и другие диаграммы, показывающие более или менее похожее распределение "цивилизации". Он также предпринял амбициозную попытку интерпретировать историю человечества с точки зрения погоды и климата.

Другим плодотворным работником в аналогичном направлении является доктор Гриффит Тейлор из Австралии, который провел интересные исследования влияния температуры и влажности на расселение в своей стране и за ее пределами и представил несколько новых графических методов ("климографов") для сравнения климатических условий с точки зрения их воздействия на человечество.

Короче говоря, возникла новая школа климатологов, целью которой является разработка точных математических формул, с помощью которых мы сможем регулировать экономическое устройство человечества на разумной основе в отношении климата. Успех их усилий - это вопрос, который предстоит решить будущему, но нет никаких сомнений в том, что их работа наводит на глубокие размышления. Следует отметить, что эти начинания имеют поразительную аналогию с начинаниями нынешнего поколения агрометеорологов, которые применяют климатическую статистику к проблеме выбора сельскохозяйственных культур и к совершенствованию методов ведения сельского хозяйства.

Определенное количество специалистов занимается изучением физиологического воздействия солнечного света и других особых видов солнечной радиации, распределение которых сильно варьируется от места к месту и время от времени, особенно из-за различий в избирательном поглощении таких лучей атмосферой. Химическое действие солнечного света, которое вызывает солнечные ожоги — даже при очень низких температурах, как, например, в высокогорьях, — может иметь далеко идущие последствия для организма человека (как, безусловно, и для растений), и существует большая потребность в сборе большего количества данных о "фотохимическом климате", чем мы сейчас располагаем, чтобы этот вопрос можно было тщательно исследовать. Одним из немногих учреждений в мире, в котором был проделан большой объем работы в этом направлении, является частная обсерватория доктора К. Дорно в Давосе, известном оздоровительном курорте в Альпах. Исследования Дорно проливают много света на терапевтическое воздействие солнечного света в горном климате.

Многие формы пыли в атмосфере способны оказывать выраженное физиологическое и патологическое воздействие. Существует длинный список "пыльных профессий", в которых чрезмерное количество пыли оказывает общеизвестно пагубное воздействие на здоровье работников, особенно приводя к легочным заболеваниям; иногда к различным видам отравлений. Эта вредная пыль ни в коем случае не ограничивается фабриками, шахтами, карьерами и тому подобным. Воздух среднестатистической городской улицы изобилует ею. Доктор Дж. Г. Огден утверждает, что 61% пыли, находящейся в воздухе нью-йоркского метро, состоит из зазубренных стальных осколков, образующихся в результате износа тормозных колодок, колес и рельсов.

Степень опасности для здоровья человека, создаваемой присутствием болезнетворных микробов в атмосфере, была предметом многочисленных споров. Современная тенденция состоит в том, чтобы рассматривать эту опасность как очень незначительную при обычных условиях. Так, доктор Ф. С. Ли пишет:

“Доказательства того, что болезнетворные микробы передаются по воздуху из комнаты в комнату жилого дома или из больницы в ближайшее окружение, всегда опровергаются при критическом рассмотрении. Действительно, сейчас не редкость лечить случаи различных инфекционных заболеваний в одной и той же больничной палате. Единственное место, представляющее возможную опасность, находится в непосредственной близости от человека, страдающего заболеванием, поражающим дыхательные пути, рот, горло или легкие, таким как ‘простуда’ или туберкулез. Такой человек может выделять характерный микроб на расстоянии нескольких футов от своего тела, не при спокойном выдохе, поскольку простой выдыхаемый воздух стерилен, а прикрепленный к каплям, которые могут выделяться при кашле, чихании или насильственной речи. Таким образом, инфекция может произойти и, вероятно, действительно происходит, причем наиболее убедительные доказательства, пожалуй, имеются в случае туберкулеза. Но помимо этого источника, по-видимому, существует небольшая опасность заразиться инфекционным заболеванием от микробов, которые витают в воздухе”.

Что касается канализационного газа, который все еще внушает такой ужас в сознании людей, доктор Ли говорит:

“Рабочие в канализации, как известно, сильные, энергичные, здоровые мужчины, среди которых низкий уровень смертности. Призрак невидимого монстра, тайно проникающего в наши дома из водопроводных труб и подрывающего нашу жизнь и жизни наших детей, должен быть отброшен в сторону; нам больше не нужно оставлять на наших полах блюдца с так называемыми ‘хлоридами’, чтобы невозможным образом нейтрализовать таинственные испарения, которых не существует; и когда мы осенью вернемся в наши городские дома, мы можем входить в них, не опасаясь, что рискуем своей жизнью, попадая в токсичную, зараженную микробами, загазованную канализационными стоками смертельную атмосферу”.

Современные знания об инфекционных заболеваниях опровергают многие идеи, которые когда-то преобладали относительно воздействия тропического климата на здоровье. Замечательные результаты, достигнутые благодаря энергичным санитарным мерам в таких местах, как Гавана, Панамский перешеек и Гуаякиль, пробудили надежды — возможно, слишком оптимистичные, — что в конечном итоге все районы тропиков станут полезными для здоровья белой расы. В Зоне канала уровень смертности большого числа американских мужчин, женщин и детей не выше, чем во многих городах Соединенных Штатов; тогда как поколение назад, когда французы работали на канале, “климат” этого региона считался одним из самых нездоровых в мире. Некоторые авторитетные источники заходят так далеко, что утверждают, что ухудшение общего состояния здоровья и работоспособности белых людей в тропиках, насколько это действительно происходит, полностью вызвано болезнями, которые можно предотвратить. Однако казалось бы более рациональным предположить, что как в тропиках, так и за их пределами существуют климатические условия, которые из-за своей жары, влажности и других чисто физических факторов не так подходят для обитания какой-либо расы человечества, как другие. Насколько далеко акклиматизация может привести к компенсации воздействия этих атмосферных условий, остается проблематичным.

Изменения барометра, происходящие изо дня в день в регионах, где эти изменения наиболее выражены, в среднем не превышают те, которые наблюдаются при подъеме с подножия на вершину холма большого размера, и, вероятно, не имеют прямого физиологического значения. Некоторые европейские исследователи, однако, приписывают патологические эффекты мельчайшим и быстрым колебаниям барометрических показателей — слишком малым, чтобы их можно было обнаружить с помощью обычного

барометра, — которые возникают, например, когда дует сильный ветер. Является ли это причиной или сопутствующей причиной “болезни фена”, о которой слышно в Швейцарии, до сих пор неясно.

Физиологические эффекты разреженной атмосферы, испытываемые при альпинизме, полетах на воздушном шаре и авиации, еще недостаточно изучены, несмотря на большое количество исследований, посвященных этому предмету. Таким образом, Розенау резюмирует недавние взгляды:

“Симптомы, вызванные заметным снижением атмосферного давления, варьируются в зависимости от обстоятельств. Последствия усиливаются из-за холода, активных мышечных нагрузок или неподходящей одежды. Заметными симптомами являются учащенное дыхание и ускорение кровообращения, шумы в голове и головокружение, ухудшение зрения, слуха и осязания, притупление интеллектуальных способностей и сильное желание спать. Внезапные изменения в разреженной атмосфере вызывают обморок, слабость, одышку, головокружение и тошноту. Эти угрожающие симптомы известны под названием ‘горная болезнь’, Берт и Журнет считают, что это состояние вызвано недостатком кислорода, и симптомы действительно можно облегчить, добавив кислорода к вдыхаемому воздуху. Кронекер приходит к выводу, что горная болезнь вызвана закупоркой легких, препятствующей кровотоку через них. Моссо и его последователи объясняют физические нарушения, связанные с пониженным атмосферным давлением, тем фактом, что кровь теряет углекислый газ быстрее, чем кислород, и они приписывают горную болезнь этому снижению содержания углекислого газа в крови. Конхайм считает, что концентрация крови наблюдается на больших высотах; на самом деле компетентные наблюдатели обнаружили незначительное повышение”.

Водолазы и рабочие в кессонах подвергаются воздействию высокого атмосферного давления, составляющего, в максимальном случае, около 4½ атмосфер. По словам Розенау:

“Физиологические эффекты повышенного атмосферного давления в основном обусловлены увеличением количества атмосферных газов (особенно азота), которые всасываются кровью, а также увеличением химического поглощения кислорода кровью. Серьезные последствия обычно возникают в результате слишком быстрой декомпрессии. При снижении давления образуются пузырьки газа. Постепенная декомпрессия дает газу возможность выйти из легких без образования пузырьков”.

На здоровье и комфорт многих людей, по-видимому, довольно поразительным образом влияют прохождение барометрических понижений и областей высокого давления, которые чередуются с интервалом в несколько дней в зонах умеренного климата. Эти эффекты следует приписывать не изменениям давления, а скорее сопутствующим изменениям других метеорологических условий. Покойный доктор Вейр Митчелл, который был пионером в изучении подобных явлений, писал о “невралгическом поясе, внутри которого, когда он распространяется в преддверии бури, в поврежденных и искалеченных конечностях людей, в нежных нервах и ревматических суставах преобладают возобновленные муки, вызванные к жизни волнением стихий”. Жертвы невралгии и ревматизма, вероятно, вполне обоснованно считают себя людьми-барометрами, способными со значительной точностью предсказывать наступление штормовой и дождливой погоды.

Колебания температуры, влажности и ветра, сопровождающие прохождение барометрических максимумов и минимумов, в силу их воздействия на механизм терморегуляции организма и последующих реакций на нервную систему в целом, по-видимому, дают исчерпывающее объяснение неприятных симптомов, отмеченных выше у чувствительных людей; состояний, которым европейскими исследователями было дано

собирает название “циклонопатия”, и которые широко обсуждаются в работах Хеллпах, Франкенхойзера и Берлинера. Некоторые авторитетные источники, однако, ссылались в этой связи на возможное воздействие атмосферного электричества и указывали на чрезвычайную чувствительность многих людей к приближению грозы; состояние, которое доктор Г. М. Бирд назвал “астрофобией”. Утверждается, что прохождение области низкого давления способствует выбросу радиоактивных излучений из земли, что ионизация атмосферы и, следовательно, ее электропроводность, таким образом, увеличивается, и что электрический заряд тела уносится быстрее, чем обычно. Здесь мы переходим к спорному вопросу, но заслуживающему тщательного изучения. Человеческий организм является очагом различных электрических явлений, и они, безусловно, не могут быть независимыми от изменений электрического состояния атмосферы.

Помимо возможного прямого воздействия атмосферного электричества на организм человека, было высказано предположение, что электрические изменения в атмосфере влияют на скорость размножения бактерий и, следовательно, могут оказывать некоторое влияние на распространение инфекционных заболеваний.

Погода оказывает множество тонких влияний на человеческий разум, вызывая настроения бодрости и депрессии и проявляясь в отчетах о поведении школьников, в статистике преступности, безумия, самоубийств, пьянства и т.д. Интересный отчет об этих проявлениях дает доктор Э. Г. Декстер в своей книге “Влияние погоды” (Нью-Йорк, 1904).

Наконец, аспект метеорологии, который к настоящему времени приобрел наиболее определенные очертания в медицинских кругах и дал начало наиболее связному объему литературы, - это медицинская климатология, предназначенная для применения при климатическом лечении заболеваний (климатотерапия). Таким образом, было составлено множество компиляций климатической статистики оздоровительных курортов, и эти курорты были классифицированы в соответствии с их предполагаемым климатическим воздействием на различные заболевания. С точки зрения климатолога—физиолога, статистические данные, содержащиеся в таких книгах, в целом кажутся скудными и плохо приспособленными для выявления важных особенностей обсуждаемого климата; не говоря уже о том факте, что весь предмет климатотерапии полон противоречий, ярким примером чего является история лечения туберкулеза!

ГЛАВА XXI

СОЗДАНИЕ ПОГОДЫ

Метеорологи в минуты откровенности выражали разочарование по поводу прогресса, достигнутого в искусстве прогнозирования погоды за последние полвека. “Сможем ли мы когда-нибудь, - спрашивают они, - предсказывать погоду с математической точностью, как астроном предсказывает солнечное или лунное затмение?”

Возможно, даже в сфере метеорологии найдутся неортодоксальные оптимисты, которые ответили бы на такой вопрос так: “Да, потому что когда-нибудь мы будем *контролировать* погоду. Непостижимо, чтобы человек, который каждый день совершает новые чудеса в покорении природы, в конце концов не нашел способа регулировать количество осадков и солнечного света, которые имеют такое жизненно важное значение для его урожая, ветры, с которыми приходится считаться при путешествиях по морю и воздуху, и различные другие погодные факторы, которые так сильно влияют на его счастье и благополучие. Достижение этой цели настолько чрезвычайно желательно, что она не может вечно ставить в тупик человеческую изобретательность”.

В подтверждение такого смелого утверждения можно было бы указать, что мы уже контролируем погоду в определенной ограниченной степени. Когда садовод включает садовые обогреватели, чтобы защитить свои плоды от заморозков, он, безусловно, изменяет погоду на несколько часов на небольшом участке земли. Если бы существовало какое-либо практическое обоснование этого процесса, температура воздуха во всем штате, например, могла бы повышаться в течение всей зимы, что оказало бы заметное воздействие на сельское хозяйство. Разница между обогревом одного фруктового сада в течение ночи и целого штата в течение сезона заключается в степени, а не в принципе.

Климат города по причинам, зависящим от человека, существенно отличается от естественного климата окружающей страны. В каждом доме, оборудованном системой отопления, среди зимних холодов царит искусственное лето. Примером местного контроля над ветрами является посадка деревьев протяженностью в тысячи миль в качестве защиты от ветра в прериях нашего Среднего Запада. Смягчая ветры, этот процесс оказывает заметное влияние на температуру и испарение и настолько полезен для сельскохозяйственных культур, что в совокупности представляет собой яркий пример успешного “создания погоды” человечеством. Аналогичные методы, вполне осуществимые с использованием средств, уже имеющихся в нашем распоряжении, изменили бы весь климатический аспект больших площадей земной поверхности.

На вопрос “Можем ли мы вызвать дождь?” те, кто не являются ни самозванцами, ни жертвами самообмана, могут ответить утвердительно. Выброс брызг из носика чайника можно, не слишком растягивая слова, описать как миниатюрный искусственный ливень; но ливни гораздо большего размера, ни в коей мере не отличающиеся от тех, что происходят в природе, также могут быть вызваны искусственно. Часто наблюдалось образование огромных облаков над лесными пожарами и другими крупными пожарами. Эти облака,

состоящие из капель воды, возвышаются намного над облаком дыма и идентичны по характеру и способу происхождения кучевым и кучево-нимбовым облакам, образованным потоками влажного воздуха, поднимающимися от нагретой земли в летний день. Есть несколько хорошоподтвержденных случаев, когда было замечено, что из таких облаков шел дождь, и эти ливни иногда были настолько сильными, что тушили вызвавшие их пожары. Следовательно, при благоприятных условиях влажности, температуры и ветра человечество, безусловно, может вызвать ливень (и, возможно, грозу в придачу) с помощью относительно простого процесса разведения большого костра.

К сожалению, подавляющее большинство методов, с помощью которых человек пытался регулировать погоду, не имеют такого рационального обоснования, как те, о которых мы только что упомянули. Некоторые из них полностью суеверны, другие носят чисто эмпирический характер, а третьи основаны на идеях, которые их сторонники предполагают или притворяются научными, но которые на самом деле ошибочны.

В истории суеверных обрядов создание погоды играет заметную роль. Сэр Дж. Дж. Фрейзер в своем великом хранилище мифов и фольклора "Золотая ветвь" говорит: "Из вещей, которые общественный маг берется делать на благо племени, одной из главных является управление погодой и особенно обеспечение достаточного количества дождей. В сообществах дикарей вызыватель дождя - очень важная персона; и часто существует особый класс магов, которые регулируют подачу небесной воды". Фрейзер посвящает девяносто страниц своей работы краткому обзору суеверных методов управления погодой, которые нашли признание у различных рас человечества. Они варьируются от самых сложных церемоний до простого способа бросить проходящего мимо незнакомца в реку, чтобы вызвать дождь.

Моряк, который свистит или царапает мачту, чтобы поднять ветер, просто придерживается причудливого обычая, в действенность которого он может еще верить, а может и нет, но который мир в целом давно перестал воспринимать всерьез. Однако, когда капитан судна пытается разогнать смерч, стреляя по нему из пушки, он делает то, что, вероятно, сделали бы девять образованных людей из десяти в данных обстоятельствах. Однако один процесс не более тщетен, чем другой, и оба основаны на суеверии. Много веков назад моряки пытались отпугнуть водяные смерчи, направляя на них ножи или криками и лязгом мечей, и использование пушек изначально воплощало ту же идею устрашения водяного чудовища. Нашей целью в настоящей главе является подробное описание нескольких процессов формирования погоды, которые, хотя и не являются явно химерическими с точки зрения непрофессионала, были более или менее положительно дискредитированы в результате тщательного изучения людьми науки.

Усилия современных синоптиков были направлены в первую очередь на достижение двух целей, а именно на создание дождя и предотвращение ливней с градом. В Соединенных Штатах определенная доля изобретательности также была вложена в решение задачи по рассеиванию торнадо. Несколько лет назад было запатентовано устройство для последней цели, состоящее из ящика со взрывчаткой, установленного на столбе примерно в миле к юго-западу от деревни для защиты от этих нежелательных посетителей. Предполагалось, что сила ветра приведет к детонации взрывчатки путем прижатия подвижной доски к капсулям. Изобретатель полагал, что сильный взрыв рассеет воронку от проходящего торнадо. Помимо того факта, что одна установка такого характера или даже несколько из них редко оказываются в нужном месте для взрыва рядом с относительно небольшим вихрем торнадо, эффект взрыва даже в самом сердце шторма, безусловно, был бы незначительным. Энергия, поддерживающая торнадо в действии, непрерывно поступает с уровня, расположенного далеко над землей, в то время как возмущение, вызванное

взрывом, было бы лишь кратковременным. Прежде всего, энергия, вырабатываемая при любом разряде взрывчатки, за которую сообщество могло бы позволить себе заплатить, была бы совершенно незначительной по сравнению с той, которую расточительная природа поставляет торнадо.

Та же диспропорция между гигантскими силами, действующими в атмосфере, и карликовыми силами, имеющимися в распоряжении человечества, является моментом, который упускается из виду при большинстве попыток создания погоды.

Широко распространенное убеждение в том, что дождь может быть вызван взрывами, настолько превосходит уровень обычных популярных заблуждений, что иногда приводит к крупным расходам денег со стороны пострадавших от засухи сообществ и даже национальных правительств. Возможно, самым замечательным примером официальной уверенности в эффективности этого процесса был тот, который был представлен несколько лет назад Фольксрадом, или законодательным собранием, Трансвааля, которое приняло закон, запрещающий бомбардировку облаков с целью вызвать дождь, на том основании, что создатели дождя препятствуют воле Всемогущего!

Одно из проявлений рассматриваемой веры можно найти в распространенном утверждении, что дождь является обычным продолжением сражений. Однако эта идея возникла задолго до изобретения пороха. Об этом упоминают Плутарх и другие писатели древности. Какие бы суеверия или грубые рассуждения ни поддерживали это представление в массовом сознании, объяснение, которое сейчас обычно выдвигается, состоит в том, что конденсации влаги способствует сотрясение воздуха из-за канонады, или что капли, уже сконденсировавшиеся и составляющие облака, сталкиваются вместе под действием того же возмущения, в результате чего они сливаются и падают в виде дождя. Для таких предположений нет никаких оснований. Как однажды указал покойный профессор Саймон Ньюкомб, эффект сильного взрыва на скопление влажного воздуха на расстоянии четверти мили примерно такой же, какой произвел бы хлопок в ладоши на влажный воздух комнаты, в которой проводится эксперимент. Опять же, если мы встанем в пар, вырывающийся из чайника, и захлопаем в ладоши, мы не вызовем ливня, хотя капли воды разлетятся гораздо сильнее, чем взрыв на расстоянии четверти мили.

В последние годы было предложено другое объяснение предполагаемому образованию дождя в результате взрывов, а именно, что дым и газы, возникающие при взрыве, усиливают конденсацию за счет увеличения количества "ядер" в атмосфере. Однако, как мы видели при рассмотрении естественного образования дождя, количество ядер конденсации, обычно присутствующих в атмосфере, настолько велико, что его необходимо уменьшить, а не увеличить, прежде чем могут образоваться капли размером с дождевые капли. Более того, ядра, необходимые для конденсации водяного пара, включая молекулы высокогигроскопичных газов, в изобилии выделяются крупными производственными центрами, однако в этих местах выпадает не больше осадков, чем в окружающей стране. Питтсбург, например, на самом деле одно из самых засушливых мест в Пенсильвании.

Одна из очевидных причин, почему дождь часто следует за сражением, заключается в том, что сражения часто ведутся в регионах, где дождь обычно идет в среднем каждые два-три дня, будь то в мирное или военное время. Например, на севере Франции, где сражения Мировой войны часто перемежались ливнями, метеорологические данные показывают, что среднее количество дождливых дней в год превышает 150. Проливные дожди, сделавшие "виргинскую грязь" притчей во языцех во время Гражданской войны в США, придали большое значение вере в "дождь после сражений". И здесь, опять же, у нас есть точные данные о погоде, которые помогут нам развеять ошибочное мнение. Таким образом, в

Ричмонде дождь выпадает в среднем 122 дня в году, в Линчберге - 124 дня, а в Питерсберге - 105 дней.

Однако существует особая причина, по которой дождь с большей вероятностью пойдет вскоре после сражения, чем незадолго до него; а именно, тот факт, что промежутки ясной погоды с последующими сухими дорогами используются командирами при осуществлении переброски войск, предшествующей сражению. К тому времени, когда такие мероприятия, часто занимающие несколько дней, будут завершены, "период" хорошей погоды, вероятно, закончится, и в соответствии с обычной программой природы ожидается ливень.

Самым известным предприятием в истории создания дождя — и тем, которое имело неисчислимый эффект в укреплении доверия общественности к подобным предприятиям — было то, что было осуществлено генералом Робертом Дайренфортом от имени правительства Соединенных Штатов в 1891 году. Конгресс проголосовал за выделение ассигнований в размере 9000 долларов на эти эксперименты, и Дайренфорт был назначен "специальным агентом" Министерства сельского хозяйства для руководства ими. После нескольких предварительных испытаний в пригороде Вашингтона экспериментаторы переехали на ранчо недалеко от Мидленда, штат Техас. Здесь в воздухе были взорваны несколько воздушных шаров, наполненных смесью кислорода и водорода, а также несколько динамитных шашек, поднятых воздушными змеями, но единственные взрывы значительной силы были произведены на земле. Эксперименты продолжались в течение трех недель, и в некоторых случаях ливни шли в течение нескольких часов после взрыва, но, несмотря на несколько благоприятный тон официального отчета, единодушное научное мнение заключалось в том, что предприятие провалилось, в то время как мнения широкой общественности разделились. На позицию правительства в достаточной степени указывает тот факт, что с тех пор оно никогда не проводило экспериментов в этом направлении. Единственным ощутимым результатом этого дела стало то, что по всей стране появилось множество частных дождевальных установок, и по сей день пример, приведенный официальными экспериментаторами, приводится в поддержку всевозможных безрассудных схем жонглирования погодой.

В 1911 и 1912 годах покойный К. У. Пост, прославившийся приготовлением блюд для завтрака, израсходовал много тысяч фунтов динамита, пытаясь вызвать дождь в Техасе и Мичигане. Ливни, несомненно, происходили в связи с экспериментами Поста, но условия, благоприятствующие их возникновению, были четко указаны на текущих ежедневных картах погоды, и они были должным образом предсказаны Бюро погоды.

Профессиональный создатель дождя обычно не прибегает к дорогостоящему процессу бомбардировки облаков. Его методы чаще всего связаны с использованием химикатов, а детали окутаны тайной. Например, около четверти века назад некто Фрэнк Мельбурн, известный как "австралийский создатель дождя", пользовался большой известностью и зарабатывал деньги своими подвигами в этой области. Его план состоял в том, чтобы запереться в сарае, товарном вагоне или другом сооружении и манипулировать своими химикатами и электрическими батареями в течение нескольких часов или дней. Естественно, после этих операций иногда шел дождь, но так же часто его не было.

Некоторые из методов, которые время от времени предлагались для получения дождя, в достаточной степени дискредитированы тем фактом, что затраты на их внедрение с лихвой компенсировали бы любые выгоды, получаемые от дождя, если эксперименты окажутся успешными. Так, один гений, наблюдая за отложением воды на внешней стороне кувшина со льдом в теплой комнате, предложил установить барьер из льда на пути ветров, несущих влагу. Другой план, который иногда предлагается, заключается в том, чтобы опрыскивать атмосферу наверху жидким воздухом или жидким диоксидом углерода, чтобы снизить

температуру за счет быстрого испарения этих веществ ниже точки конденсации. Третье предложение заключается в создании локального восходящего потока воздуха с помощью мощных вентиляторов или воздуходувок, имитируя таким образом конвекционный процесс, в результате которого в природе образуются облака и дождь.

Наконец, были предложены различные планы изменения электрического состояния верхних слоев атмосферы — например, с помощью электрических разрядов от воздушных шаров, — исходя из предположения, что таким образом можно способствовать выпадению осадков. Это предположение, однако, не согласуется с известными фактами относительно связи между атмосферным электричеством и конденсацией водяного пара в атмосфере.

В то время как в Америке огромное количество денег было потрачено впустую на бесполезные эксперименты по вызыванию дождя, гораздо больше было потрачено в Европе на схемы предотвращения ливней с градом. Методы достижения этой цели варьировались от эпохи к эпохе. В древности был обычай пускать стрелы или метать дротики в сторону собирающихся облаков в надежде отпугнуть их. В Средние века были задействованы церковные или оккультные силы; были установлены “кресты да здравствует” (такие, какие до сих пор можно увидеть в Тироле); и звон церковных колоколов считался эффективным как против града, так и против молнии, о чем свидетельствуют надписи, найденные на многих старых колоколах.

Обычай стрелять из пушек в облака, чтобы предотвратить град, зародился столетия назад в Штирии и северной Италии, а до революции прочно утвердился во Франции. Однако ближе к концу восемнадцатого века во Франции был внедрен другой метод защиты от града, откуда он распространился по остальной Европе. Это заключалось в установке высоких шестов с металлическими наконечниками, имитирующих громоотводы. Предполагалось, что эти полюса, известные как *парагрели*, будут отводить электрический заряд от облаков и тем самым (хотя никто не мог сказать почему) предотвращать образование градин. Это устройство, хотя и получило неблагоприятную оценку Французской академии наук, приобрело большую популярность. Один из его сторонников, написавший в 1827 году, утверждает, что в то время во Франции, Швейцарии, Италии, Австрии, Баварии и на Рейне использовалось более миллиона *парагрелей*. Говорят, что моде на эти приспособления внезапно пришел конец, когда сильный град не только опустошил поля и виноградники, которые они должны были защищать, но и повалил большое количество самих прутьев.

В последнее время были возрождены как градовая пушка, так и *парагрель*. Новая эра “стрельбы градом”, как называется процесс обстрела градовых облаков, началась в 1896 году, когда в виноградарском районе Виндиш-Файстриц в Штирии было установлено несколько пушек нового типа. Заявленный ими успех в этом регионе привел к их массовому распространению на большей части южной и центральной Европы. Применявшиеся пушки представляли собой небольшие мортиры, к дульцам которых были прикреплены воронки из листового железа. Снаряд не использовался, но при взрыве заряда в воздух поднялось странное крутящееся кольцо дыма и газа, достаточно мощное, чтобы расщеплять ветки и убивать мелких птиц в нескольких сотнях футов от пушки. К 1900 году только в Италии использовалось по меньшей мере 10 000 градовых пушек. Было введено несколько модификаций устройства, таких как использование ацетилена вместо пороха; и в конечном итоге были приняты определенные формы ракет и бомб для концентрации эффекта взрыва на как можно более высоком уровне.

Примерно в 1899 году во Франции была представлена новая форма градозащитного стержня, и он стал излюбленным средством защиты от града в этой стране. По сути, это очень большой громоотвод из чистой меди, заземленный с помощью широкого медного

проводника. Такие стержни были установлены в некоторых случаях на церковных шпилях и других высоких сооружениях, включая Эйфелеву башню в Париже, а в других случаях на высоких стальных башнях, возведенных для этой цели. Это устройство фантастически называют “электрической Ниагарой”, потому что, по утверждениям его промоутеров, оно вытягивает “потoki” электричества из облаков. Сотни таких “Ниагар” были построены во Франции. Некоторые из них расположены рядами, или так называемыми *заграждениями*, поперек обычных путей прохождения града. Французское правительство было вынуждено назначить “Комитет обороны против Града”(Комитет по защите от града), который перед войной разработал подробные планы по “защите” не только всей Франции, но также Алжира и Туниса с помощью этих устройств. Аналогичные стержни были установлены в Аргентине, и планы по их внедрению в Южной Африке были близки к завершению на момент начала мировой войны.

Чтобы понять, какое необычайное влияние различные устройства защиты от града оказали на умы европейских земледельцев, следует помнить, что интенсивная обработка почвы является правилом на большей части Европы, так что град относительно небольшой силы часто наносит огромный ущерб. Виноградники особенно подвержены повреждениям по этой причине, и многие из богатейших виноградарских районов Старого Света, как известно, страдают от ливней с градом.

Научные комиссии, назначенные правительствами Австрии и Италии, провели длительную серию испытаний методов бомбардировки облаков минометами, бомбами и ракетами и объявили, что они не представляют никакой ценности. Установка градозащитных стержней, хотя и получила определенное официальное поощрение во Франции, также решительно не одобряется большинством ученых, а также значительной частью интеллигентных земледельцев. Отчеты о фактической работе стержней подтверждают противоречивые мнения — как и следовало ожидать, исходя из того факта, что град является явно непредсказуемым явлением. Так, некоторые наблюдатели утверждают, что внешний вид грозовых облаков заметно меняется по мере приближения к “Ниагаре”, и если они проливают на это место град, то в мягкой и безвредной форме. Другие отрицают точность этих наблюдений и указывают на тот упрямый факт, что на несколько самих стержней, включая тот, что находится на Эйфелевой башне, выпал обычный град. В пригороде Клермон-Феррана на железной башне высотой 100 футов установлена “Ниагара”. На этот прут дважды падал град в 1912 году и четыре раза в 1913 году, и в одном случае градины достигли размера куриного яйца! Никто никогда не предлагал какой-либо правдоподобной научной гипотезы, объясняющей, почему эти стержни должны оказывать воздействие на град, даже если они способны, что кажется маловероятным, уменьшать электрический заряд облаков; поскольку образование града происходит из-за движений воздуха, которые, в свою очередь, являются причиной, а не результатом рассматриваемого заряда.

К счастью для фермеров и садоводов— особенно в Европе, доступен метод предотвращения убытков от града в виде страхования, и его стоимость значительно ниже, чем при систематических обстрелах градом или общем монтаже противогордовыа оградений. Страхование от града широко практикуется в Старом Свете с конца восемнадцатого века. В некоторых странах оно проводится или субсидируется правительством. Как правило, каждая страна разделена на несколько зон в зависимости от зарегистрированной частоты выпадения града, и размер страховых взносов варьируется пропорционально. Надбавки также различаются для разных культур, поскольку некоторые из них лучше переносят воздействие града, чем другие. Сумма страхования такого рода, осуществленного только в Германии незадолго до мировой войны, составляла более 800 000 000 долларов.

Страхование от града довольно распространено в Соединенных Штатах, особенно на Среднем Западе, но до сих пор не имеет адекватной статистической базы в виде подробных данных о частоте выпадения града. В 1919 году выращиваемые в этой стране культуры были застрахованы от града на сумму 559 134 000 долларов. Много информации по этому вопросу можно найти в книге В. Н. Вальгрена “Страхование сельскохозяйственных культур от града в Соединенных Штатах” (Департамент сельского хозяйства США, Бюллетень 912), опубликованной в 1920 году.

Помимо уже упомянутых схем создания погоды, следует упомянуть о некоторых более амбициозных проектах подобного характера, которые время от времени выдвигались и находили множество доверчивых сторонников. В 1845 году американский метеоролог с несомненными способностями, но сильно склонный к верховым увлечениям, а именно Джеймс П. Эспи, предложил разводить большие костры в западной части Соединенных Штатов, чтобы регулировать направление ветров и осадков на восток. Пожары должны были простираться на шестьсот-семьсот миль с севера на юг и зажигаться раз в неделю в течение всего лета. Другой гений, менее известный, предложил уничтожать снежные бури с помощью линии угольных печей вдоль северной границы страны. Излюбленная идея тех, кто стремится вызвать массовые изменения климата, - изменить для этой цели направление океанских течений. Один из ранних планов предусматривал перекрытие дамбой пролива Бель-Айл с целью улучшения климата Новой Англии и канадских провинций; в то время как несколько лет спустя предложение построить огромную пристань к востоку от Ньюфаундленда с целью “защиты теплого Гольфстрима, текущего на север, от натиска ледяного Лабрадорского течения, текущего на юг” фактически привлекло серьезное внимание Конгресса Соединенных Штатов.

ГЛАВА XXII

АТМОСФЕРНЫЕ ЗАКОУЛКИ

1. IGNIS FATUUS, ИЛИ БЛУЖДАЮЩИЙ ОГОНЕК

Wзлополучный огонек, как говорится, неуловим. До сих пор он избежал участи радуги, о которой сожалеет Китс. Мы не знаем его цвета и текстуры, и это не указано в скучном каталоге обычных вещей.

Веским аргументом в пользу реальности этого явления является огромное количество названий, которые были применены к нему. Только в британских диалектах их насчитывается сорок или пятьдесят. Миф обычно несет с собой свою номенклатуру, поскольку он распространяется от одного сообщества к другому, в то время как природный факт может породить множество местных названий.

Однако несомненно, что очень многие различные явления были описаны как блуждающие огоньки. Вот некоторые из них: (1) Фосфоресценция гниющей древесины (“лисий огонь”) и других растительных веществ. Это происходит из-за светящихся грибов. Согласно Х. Молишу, существует около сорока пяти видов грибов, включая двадцать видов бактерий, которые обладают свойством светимости. Иногда земля под лесом освещается со всех сторон мягким белым светом от гниющих листьев. (2) Светлячки, включая светлячков (бескрылые самки светлячков и личинки). (3) Светящиеся птицы и животные. Предполагается, что их яркость обусловлена паразитическими грибами. Некоторые виды скунсов были описаны как испускающие в темноте непрерывное пламя, голова у них огненно-красная, переходящая в ярко-синюю на хвосте. (4) Шаровая молния. (5) Огонь Святого Эльма. (6) Движущиеся фонари, далекие огни домов и другие источники света, созданные человеком. (7) Горящий газ, поднимающийся из болот, стоячих водоемов и т.п. Болотный газ и другие легковоспламеняющиеся газы обычно поднимаются из таких мест и часто воспламеняются человеком или молнией и т.д. Такие пожары иногда можно увидеть как днем, так и ночью. (8) Горящие источники нефти.

Исключая многочисленные зарегистрированные случаи блуждающих огоньков, в которых это явление может быть правдоподобно отождествлено с одним из упомянутых выше, остается несколько случаев, о некоторых из которых сообщили очень внимательные наблюдатели, которые, по-видимому, относятся к другой категории. Отчеты, о которых идет речь, несколько различаются в деталях, но дают следующее сводное описание:

Маленькие светящиеся тела, “величиной с ваш кулак” или “размером с пламя свечи”, парят в нескольких футах над землей; не только над болотами и лужами, но и над сушей. Иногда они неподвижны; в другое время кажется, что они дрейфуют вместе с ветром или даже движутся независимо. Они появляются и исчезают, подобно светлячкам. Они не поджигают предметы, с которыми соприкасаются, и, как полагают, не выделяют ощутимого тепла. Их цвет чаще всего описывается как голубоватый, но может быть желтым,

фиолетовым, зеленым и т.д.; редко чисто белым. Они без запаха и дыма. Традиционно они ассоциируются с кладбищами, но в очень немногих из ранее зарегистрированных случаев их действительно видели в таких местах. Популярная идея о том, что они убегают от путешественника, который пытается приблизиться к ним, и следуют за ним, когда он пытается избежать встречи с ними, также не подтверждается приведенными к настоящему времени доказательствами.

Одно из наиболее подробных описаний этих объектов опубликовано в бельгийском журнале "Ciel et Terre" за июль-август 1920 года армейским хирургом в отставке Жюлем Россиньолем, который неоднократно наблюдал их осенью 1908 года в болотистых лесах близ Групона и около них. Обычно было видно, как они поднимаются с земли, сначала в форме маленьких белых облачков, которые, достигнув высоты в дюжину ярдов, превращались в светящиеся шары и возвращались к земле по круговой траектории. Они длились от одной до нескольких минут, прежде чем исчезнуть в воздухе.

Удивительно, что феномен *рокового огня*, хотя о нем сообщают из стольких частей света, до сих пор не стал предметом прямого научного изучения. Например, никто никогда не изучал его свет с помощью спектроскопа. Химики, действительно, пытались воспроизвести это явление, однако химические объяснения его, которые появлялись в справочниках вплоть до недавнего времени, совершенно несостоятельны. Иногда это связывают с болотным газом (метан, CH_4), а иногда с фосфоризированным водородом (фосфин, PH_3). Но болотный газ, помимо того, что не является самовоспламеняющимся, слишком быстро рассеивается в воздухе, чтобы вызвать описанные эффекты, в то время как фосфоризированный водород, хотя и самопроизвольно загорается в воздухе, при горении образует густые клубы дыма и имеет сильный запах — особенности, о которых никогда не сообщалось в связи с блуждающим огоньком.

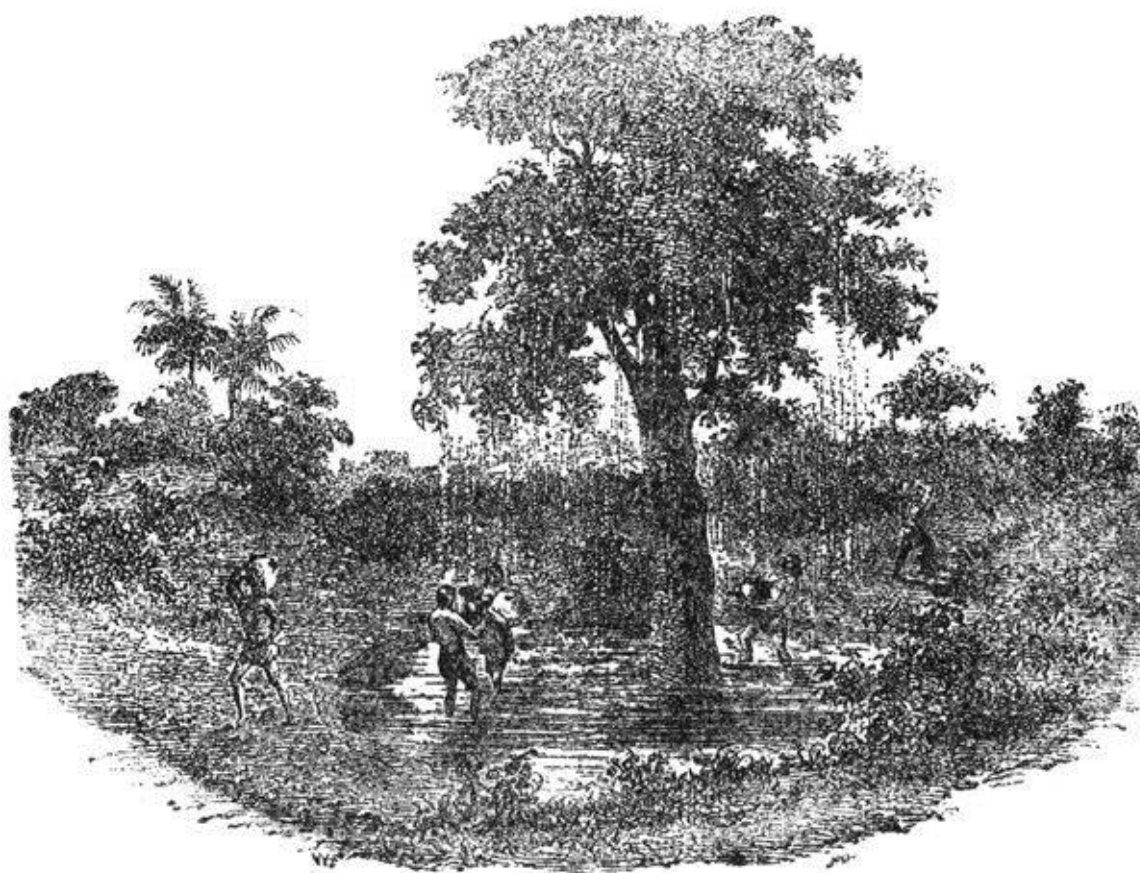
За последние несколько лет было предложено по крайней мере еще два правдоподобных объяснения *фатального начала*. Мистер Ф. Сэнфорд ("Научный ежемесячник", октябрь 1919 г.) считает, что это происходит из-за "роев светящихся бактерий, которые поднимаются со дна болота поднимающимися пузырьками газа". Бельгийский химик М. Леон Дюма ("Природа", 11 декабря 1909 г.) утверждает, что при соединении двух газов - сероводорода и фосфина - ему удалось создать небольшие светящиеся облака, соответствующие традиционным описаниям блуждающих огоньков. Оба эти вещества образуются при распаде животного вещества, особенно головного и спинного мозга. Тело животного, погребенное в каком-нибудь влажном месте, накапливало бы два газа под давлением в черепе и спинномозговом канале, и их одновременное выделение соответствовало бы условиям экспериментов месье Дюма.

(По просьбе автора настоящего документа эти эксперименты были повторены в Бюро стандартов в Вашингтоне с лишь частичным успехом. Желательны дальнейшие испытания с этими и другими газами, вызванными гниением.)

2. ДОЖДЕВОЕ ДЕРЕВО

Время от времени газеты публикуют сообщения о чудесном дереве, которое, как говорят, произрастает в диком виде в Перу или где-либо еще, с листьев которого непрерывно стекает дождь даже в самую засушливую погоду. Авторы обычно призывают сажать это дерево в регионах, где выпадает мало осадков, и питомники фактически продают для этой цели так называемое "дождевое дерево".

История этого дерева очень древняя. Первые путешественники сообщали, что находили его в Ост-Индии, Гвинее, Бразилии и особенно на острове Ферро на Канарских островах. В наши дни название “дождевое дерево” применяется, в частности, к великолепному дереву тропической Америки, широко известному ботаникам как *Питеколобиум* (или *энтеролобиум*) *саман*. Одно из его распространенных названий - “гуаго”.



ДОЖДЕВОЕ ДЕРЕВО

From "Voyageurs anciens et modernes"

(Э. Т. Чартон)

Легендарная сцена на острове Ферро

Хорошо известно, что многие растения самопроизвольно выделяют влагу при подходящих условиях. Это явление называется "гуттацией". Влага, извлекаемая из корней, обычно выводится из листьев в виде невидимого водяного пара, то есть испаряется при попадании в воздух. Однако, если влажность окружающего воздуха достаточно высока или его температура достаточно низка, чтобы остановить испарение, вода будет собираться на поверхности растения в жидкой форме и в конечном итоге может стекать на землю в значительных количествах. Гуттация происходит в основном ночью, а также в пасмурную или туманную погоду. В очень сухом климате этого не происходит вообще; и по этой причине, даже если бы так называемое дождевое дерево можно было успешно внедрить в такой климат, это не помогло бы решить проблему орошения.

Стекание влаги, оседающей на растениях в результате дрейфа тумана, - еще один распространенный процесс, который, возможно, способствовал возникновению легенды о дождевом дереве. Классическим примером этого процесса, технически называемого "стекание тумана", является описанный доктором Р. Марлотом, который провел фактические измерения обильного количества влаги, улавливаемой растительностью Столовой горы, Южная Африка, из облаков, которые приносят юго-восточные пассаты в летние месяцы почти без дождей. Г—н Мэдисон Грант, описывая аналогичное явление,

наблюдаемое в калифорнийских лесах секвой, сообщает нам, что “эти леса иногда настолько влажные, что капли с высоких крон похожи на мелкий дождь, и летом часто трудно сказать, идет дождь или нет, настолько насыщены влагой”. влагой пропитываются листва и стволы, когда туман затемняет лес”.

В основе некоторых историй о дождевых деревьях может лежать обильное выделение “медвяной росы” вшами, щитовками и т.д. Ф. Э. Лутц в своей “Полевой книге насекомых” пишет о “плакучих деревьях”, с которых капает жидкость насекомого происхождения, и он говорит о медвяной росе, выделяемой подорожником грушевым (*Psylla pyricola*): “Когда подорожников много, листья и плоды покрываются этим липким веществом, и оно даже капает с них дождем и стекает вниз”. сундук”.

Следующий отчет о перуанском дождевом дереве, цитируемый the traveler Spruce, был опубликован в “Nature” от 28 февраля 1878 г. профессором Дж. Тизелтон Дайер:

“Тамиа-каспи, или дождевое дерево восточных перуанских Анд, - это не миф, а факт, хотя и не совсем в том виде, в каком его преподносит народная молва. Впервые я стал свидетелем этого явления в сентябре 1855 года, когда жил в Тарапото. Однажды утром на рассвете я отправился с двумя помощниками на соседние лесистые холмы заниматься ботаникой. Вскоре после семи часов мы подошли к невысокому раскидистому дереву, с которого при совершенно чистом небе над головой лил сильный дождь. Взглянув вверх, можно было увидеть множество цикад, высасывающих соки из нежных молодых ветвей и листьев и выбрасывающих тонкие струйки прозрачной жидкости”.

3. ПРУДЫ С РОСОЙ

Даунленд на юге Англии - одно из немногих мест в мире, где в засушливую погоду люди поднимаются на вершины холмов в поисках воды. На вершинах холмов расположено множество искусственных неглубоких прудов, большинство из которых очень старые. Некоторые, действительно, относятся к доисторическим временам. Дно этих прудов состоит из слоя растекшегося мела или глины и непроницаемо для воды, так что потеря при просачивании не происходит. Поскольку пруды не питаются за счет источников или поверхностного дренажа, и поскольку отсутствие дождей не приводит к их пересыханию, широко распространено мнение, что их содержание зависит от росы. Поэтому их называют “прудами росы”.

Киплинг упоминает их в своем поэтическом описании Сассекса:

У нас нет воды, которой можно наслаждаться

Наши широкие долины без ручьев—

Только пруд с росой на высоте

Некормленный - это никогда не подводит.

Ведущим специалистом по прудам с росой является мистер Эдвард А. Мартин, который написал о них книгу. Эксперименты мистера Мартина показали, что роса не может внести существенного вклада в водоснабжение этих прудов. Количество осадков на вершинах холмов несколько выше, чем в долинах, и большая часть воды в прудах, несомненно,

поступает из этого источника. Однако настоящий ключ к разгадке тайны кроется во влажных туманах, которые наплывают с моря. Процесс “капания тумана”, который мы упоминали в связи с дождевым деревом, восполняет недостаток осадков, и название “пруды тумана”, иногда применяемое к этим водоемам, более уместно, чем “пруды росы”.

Однако остается интересным парадоксом то, что во время засухи фермеры Даунс-Даунс перегоняют свой скот на вершины холмов за водой и отправляют свои повозки в гору за водой для хозяйственных нужд в долинах внизу. Возможно, именно в этом перевернутом с ног на голову регионе, где нагорья называются “низинами—, Джек и Джилл отправились “в гору” в своих злополучных поисках воды?

4. ПРОДУВКА СКВАЖИН

Колодцы, предсказывающие изменения погоды, являются местными диковинками во многих частях мира. Такие колодцы не редкость в Соединенных Штатах. Если колодец открыт наверху, его проявления заключаются в случайном волнении воды и выделении многочисленных пузырьков. Если он закрыт, из любого небольшого отверстия в крышке иногда выходит сильный поток воздуха. Он может быть достаточно сильным, чтобы поднимать и сдувать легкие предметы, расположенные над отверстием. Его излучение часто сопровождается громким свистом или ревом. Предполагается, что такие явления предвещают приближающийся шторм. Эти скважины называются “выдувными скважинами”; иногда “погодными скважинами” или “барометрическими скважинами”.

В некоторых случаях иногда наблюдается приток воздуха; то есть скважина попеременно “засасывает” и “выдувает”.

Как правило, эти явления соответствуют колебаниям атмосферного давления и, следовательно, грубо говоря, свидетельствуют об изменениях погоды. Очевидно, что воздушная масса, заключенная в земле и сообщающаяся через одно или несколько небольших отверстий с воздухом наверху, создаст наружные и внутренние воздухопроводы, приспособливая свое натяжение к напряжению последнего. Количества воздуха, содержащегося в самой скважине, было бы недостаточно для создания наблюдаемых сильных эффектов, и поэтому предполагается, что типичная продувочная скважина выбрасывает подземный резервуар воздуха, вероятно, заполняющий промежутки между слоями песка и гравия. Когда давление наружного воздуха уменьшается, часть запертого воздуха выходит наружу. Для данного объема запертого воздуха, чем меньше канал или каналы, по которым он выходит, тем сильнее наружный поток. Когда атмосферное давление снаружи увеличивается, поток воздуха течет в обратном направлении. Зимой приток холодного воздуха в такой колодец иногда приводит к замерзанию воды даже на глубине 100 футов или более под поверхностью земли и, следовательно, является источником неудобств для владельца.

Различные другие обстоятельства могут привести к образованию пузырьков и продувке скважин. Углекислый газ и другие газы, растворенные в колодезной воде, являются причиной образования пузырьков во многих скважинах, и этот процесс более активен во времена низкого атмосферного давления, поскольку при данной температуре количество газа, которое вода может удерживать в растворе, зависит от давления.

Другой причиной прорыва скважины в некоторых случаях является внезапное повышение уровня воды (“грунтовых вод”) в окружающей почве, как после сильного ливня. Если земля покрыта непроницаемым слоем, воздух, заключенный между этим слоем и

поверхностью грунтовых вод на обширной площади, будет стремительно выходить через любой доступный канал, например, через колодец.

Наконец, были описаны случаи, когда подземные воздушные потоки возникают в результате трения быстро текущих подземных потоков, создавая постоянные внутренние или наружные потоки через колодцы, сообщающиеся с такими потоками.

5. ЛЮБОПЫТНЫЕ ДУШИ.

Ливни из крови, серы, манны, лягушек, рыб и прочего, что не фигурирует во всех старых хрониках, и о них до сих пор часто сообщают. Многие явления такого рода описаны в книге Камиллы Фламмарин "Атмосфера", книге доктора Э. Э. Фри "Перемещение почвенного материала ветром" (Бюро почв США, Бюллетень 68) и статье г-на У. Л. Макати "Ливни органического вещества" в "Monthly Weather Review" за май 1917 года.

Способность ветра поднимать предметы в воздух является предметом привычных наблюдений. Макати рассказывает о том, как шелковая шляпа сорвалась с головы ее владельца и обрушилась на десятиэтажное здание в городе Вашингтон. Вихрь торнадо или смерча обеспечивает наиболее благоприятный путь к небу для вещей, которые принадлежат *земной поверхности*. Эти вихри поднимают предметы весом в десятки или даже сотни фунтов. В радиусе мили или около того от торнадо ливень из тележных колес или кухонных плит не обязательно является "чудом". Курятник весом в 75 фунтов пронесли четыре мили, а церковный шпиль - семнадцать миль. Эрстед рассказывает о смерче в Кристиансе, на Балтийском море, который опустошил гавань до такой степени, что большая часть дна была обнажена, в то время как Макати говорит, что "были замечены водяные смерчи, которые совершали сравнительно незначительный подвиг опустошения рыбных прудов и рассеивания их обитателей".

На самом деле нет никакой тайны в том, каким образом земные объекты многих видов поднимаются в воздух; и, учитывая силу ветров и их случайные сильные вертикальные составляющие, не странно, что такие объекты иногда проделывают долгий путь от дома, прежде чем вернуться на землю.

Однако имеется огромное количество сообщений о ливнях, при которых предметы на самом деле падали не так, как предполагалось. Макати приводит следующий отчет об этих ложных ливнях в "Ежемесячном обзоре погоды":

-*Личинки насекомых.*—Дожди из личинок насекомых, которые были исследованы, оказались просто появлением в большом количестве на поверхности земли или на снегу личинок жуков-солдати́ков (*Telephorus*) или иногда гусениц, которые были изгнаны из своих мест зимовки из-за насыщения почвы проливными дождями или таянием снега.

-*муравьи.*—Сообщения о муравьиных ливнях обычно основываются на нашествии большого количества крылатых муравьев, которые, конечно, не нуждаются в помощи стихий, чтобы следовать своей привычке периодически собираться в огромных количествах.

-*Мед; сахар.*—Ливни из меда и сахара - популярные названия того, что, как известно ученым, является выделениями определенных растений или вшей, которые питаются большим разнообразием растений и продукт которых часто известен также как медвяная роса.

-*Зерна.*— Было установлено, что зерновые дожди, которые обычно считаются чудодейственными, в большинстве случаев представляют собой просто накопление в

результате вымывания во время сильных дождей семян или корневых клубеньков растений, произрастающих в непосредственной близости.

“Манна Небесная.—Рассказ о “дождях” из манны, безусловно, относится к обсуждению дождей из растительного вещества, поскольку вещество манна состоит из лишайников рода *Lecanora* но ни в одном из многочисленных зарегистрированных случаев ‘дождей’ из манны нет прямых доказательств того, что вещество действительно падало с неба. Эти лишайники образуют небольшие круглые тела, которые легко переносятся ветром по поверхности земли и скапливаются в углублениях; они также очень плавучие и, следовательно, легко собираются в массы во время стока дождевой воды. “Дожди” из манны выпадали только в странах, где эти лишайники распространены, а что касается заявлений о том, что они падали на крыши или на людей, или каких-либо других доказательств того, что они действительно выпадали дождем, я не видел ни одного.

“Льется кровь.—Наиболее часто регистрируемые ливни, которые являются ложными, по крайней мере, по названию, - это так называемые кровавые дожди. Во все времена явления, проходящие под этим названием, пугали людей и воспринимались как предзнаменования ужасающих бедствий. Одной из знаменитых казней Египта был кровавый дождь, который лил по всей земле, продолжаясь три дня и три ночи. Гомер и Вергилий упоминают о кровавых дождях, и, по сути, общая тема сверхъестественных дождей была излюбленной у писателей старшего поколения.

“Но научные исследования устранили элемент таинственности в этих явлениях и объяснили, наряду с другими, кровавые дожди. Было обнаружено, что некоторые кровавые дожди представляют собой мекониальную жидкость, выделяемую большим количеством определенных чешуекрылых, одновременно появляющихся из своих куколок; другие красные дожди обусловлены быстрым размножением в дождевых бассейнах водорослей и коловраток, содержащих красящее вещество красного цвета; “красный снег” является результатом присутствия сходных организмов. Но ни в коем случае они не выпадали дождем, за исключением того, что их споры или яйца в какой-то момент были перенесены, вероятно, ветром. Выпадение влаги создает благоприятные условия для их быстрого развития и размножения”.

Однако большинство зарегистрированных кровавых ливней, вероятно, были ливнями, во время которых дождь был окрашен красноватой пылью. Появление такой пыли в атмосфере очень распространено в некоторых частях мира, как мы уже говорили в предыдущей главе. Утверждалось, что дождь, выпавший в Оппидо-Мамертина, Италия, 15 мая 1890 года, на самом деле содержал кровь, предположительно птичью.

Ливни с предполагаемой “серой” происходят из-за пыльцы, в основном с сосен. Воздух в окрестностях сосновых лесов иногда наполнен облаками этого вещества, и ветер разносит его на многие мили. Сообщается, что пыльцевой дождь в Пикту, Новая Шотландия, в июне 1841 года был настолько сильным, что на корабле были подняты полные ведра.

В случае предполагаемых дождей из “бумаги” было обнаружено, что материалом являются корочки высушенных водорослей, которые образуются на поверхности грунта, обнаженной в результате испарения воды из неглубоких прудов.

6. ГОД БЕЗ ЛЕТА

Бюро погоды - это информационное бюро, и один из способов, с помощью которого оно стремится хорошо зарекомендовать себя, - это отвечать на бесконечные вопросы о “году без лета”. Этот титул был присвоен 1816 году.

Бюджет в своей “Климатологии Соединенных Штатов” сообщает нам, что все лето с 1811 по 1817 год в этой стране было холодным, и что в каждом месяце лета 1812 и 1816 годов в Северных Штатах выпадали снега и заморозки. Однако именно последнее лето вошло в народную традицию. 1816 год известен также как “год бедности”, или “тысяча восемьсот и замерз до смерти”. Он получил название “год скумбрии” в Нью-Гэмпшире, где люди ели скумбрию вместо свинины, которую откармливали небольшим количеством из-за крайней нехватки кукурузы. В Западной Европе также было холодное лето 1816 года, и год в целом, по-видимому, был холодным на большей части земного шара.

Источники информации о холодном лете в этой стране, помимо упомянутой выше книги Бюджета, включают книгу Перли “Исторические штормы Новой Англии”, в которой этой теме посвящена целая глава, и книгу Чарльза Пирса “Погода в Филадельфии”. Пирс сообщает нам, что в Филадельфии “лед был в течение каждого месяца в году, не исключая июнь, июль и август, к северу и востоку от Потомака едва ли хоть один овощ достиг совершенства”. Согласно “Monthly Weather Review” со ссылкой на воспоминания Джеймса Винчестера о погоде в Филадельфии. Вермонт: “Говорят, что в июне того года 17-го числа в Нью-Йорке, Пенсильвании и Нью-Джерси выпало снега глубиной до трех дюймов; во всех штатах Новой Англии - пять дюймов, за исключением трех дюймов в Вермонте. В этом году снег и лед выпадали в каждом месяце. Шторм 17 июня был таким же сильным, как любой другой, который когда-либо случался в разгар зимы; он начался около полудня и свирепствовал до ночи, к тому времени дороги стали непроходимыми из-за снежных заносов; многие были сбиты с толку слепящей бурей и замерзли насмерть.... 30 августа была сильная метель.... В 1816 году не было ни весны, ни лета, ни осени. Единственный урожай кукурузы, выращенный тем летом в этой части Вермонта, был спасен благодаря тому, что вокруг кукурузного поля день и ночь горели костры”.

Во время его возникновения холодную погоду лета 1816 года в народе объясняли солнечными пятнами, которые были достаточно большими, чтобы их можно было увидеть невооруженным глазом в мае и июне. Современная гипотеза на этот счет упоминалась в нашей главе, посвященной атмосферной пыли. Облако пыли от извержения Томборо в 1815 году было настолько огромным, что в течение трех дней на расстоянии 300 миль от вулкана стояла темнота.

Ближайшую причину холодного лета, возможно, следует искать в необычной интенсивности и протяженности области низкого барометрического давления, которая более или менее постоянно находится в окрестностях Исландии и, как один из основных атмосферных “центров действия”, может многое сказать о погоде стран, прилегающих к Северной Атлантике. Доктор К. Ф. Брукс обратил внимание на тот факт, что арктический штурман Скорсби обнаружил необычно мягкую и открытую погоду тем летом в морях к востоку от Гренландии. Это можно было бы объяснить сильными южными ветрами, составляющими часть циркуляции “против часовой стрелки” вокруг Исландской низменности; и если бы та же система давления распространила свое влияние на наши берега, можно было бы ожидать появления постоянных холодных северо-западных ветров над северо-востоком Соединенных Штатов.

7. БАБЬЕ ЛЕТО И ЛЕДЯНЫЕ СВЯТЫЕ

Погода - неоспоримый факт. Каждый житель севера Соединенных Штатов и юга Канады знаком с мягким, спокойным, затуманенным состоянием атмосферы, которое часто бывает осенью, иногда после короткого периода несвоевременных холодов, известного как “зима скво”. Однако одно дело признавать существование определенного типа погоды как

характерной для нашей осени, и совсем другое - признать, что один определенный период такой погоды происходит более или менее регулярно из года в год. Одно настоящее лето, и только одно, наступает каждый год и занимает примерно определенное место в календаре. Даже так называемый "год без лета", который мы только что описали, был всего лишь годом, в котором регулярный ежегодный подъем температурной кривой был менее заметным, чем обычно. Бабье лето, напротив, никогда не было привязано к определенной части определенного месяца. В своих заметках о метеорологических условиях в Конкорде, штат Массачусетс, за десять лет, 1851-1860, Торо фиксирует наступление погоды бабьего лета в период с 27 сентября по 13 декабря; интервал составляет 77 дней.

Вера в определенное наступление, год за годом, того, что иногда называют "последним периодом", не свойственна Америке. Он преобладает также в Европе, где этот предполагаемый период возобновления тепла был приурочен к определенным датам, отчасти из-за его связи с именами конкретных святых в календаре. Однако эти даты сильно различаются в зависимости от региона: от 15 августа (по юлианскому календарю), начала "лета молодых женщин" в России, до 15 ноября, дня святого Мартина, даты, которая в Нарде ассоциируется с окончанием лета в Германии, Голландии, Франции, Италии, а иногда и Англии.

Предполагаемая тенденция определенных типов погоды наступать примерно в одно и то же время каждый год, независимо от регулярной смены сезонов и часто резко контрастируя с ней, была описана Р. Аберкромби под названием "повторяемость", и по этому вопросу имеется обширная литература; особенно в связи с периодами не по сезону высоких температур. В то время как бабье лето является наиболее обсуждаемым примером повторяемости в американском календаре погоды, в Старом Свете больше внимания, как популярного, так и научного, уделяется морозному периоду, который, как предполагается, повторится в мае. С разработкой церковного календаря морозы, о которых идет речь, стали определенно ассоциироваться с днями, посвященными святым Мамерту, Панкратию и Сервациусу (11, 12, 13 мая), или, в юго-центральной Европе, святым Панкратию, Сервациусу и Бонифацию (12, 13, 14 мая), поэтому известными как Ледяные Святые. Эти святые и их дни называются по-французски *saints de glace*, а по-немецки *Eisheiligen*, *Eismänner* или *gestrenge Herren*.

Другими примерами неуловимого феномена повторяемости являются "январская оттепель" в Новой Англии, апрельская "терновая зима" в Англии и июньский "овечий холод" (*Schafkälte*) в Германии, опасный для недавно остриженных овец.

В середине прошлого века холодную погоду Ледяных Святых по-разному объясняли таянием льда и снега высоких широт, периодическим прохождением метеорных потоков между землей и солнцем и другими далеко идущими земными или космическими причинами. Фицрой полагал, что высвобождение скрытого тепла осенью во время образования льда в приполярных регионах было причиной бабьего лета. Обзор всей литературы, касающейся предполагаемых периодических отклонений в годовом движении температуры, можно найти в "Monthly Weather Review" (Вашингтон) за август 1919 года.

Вопрос о том, является ли повторение, в понимании Аберкромби этого термина, реальным явлением, до сих пор остается нерешенным. В течение каждого года происходит множество периодов не по сезону, и не критичному наблюдателю легко отождествить один из них с Ледяными Святыми, другой - с бабьим летом и так далее. Лучшее, что метеорологи могут сделать в настоящее время, - это объяснить каждый конкретный случай такой погоды ссылкой на барометрические и другие условия, указанные на ежедневной карте погоды.

Глоссарий

Тобширный словарный запас по метеорологии крайне неадекватно представлен в обычных словарях и никогда не становился предметом всеобъемлющего специального глоссария. Автор этой книги в течение нескольких лет собирал материал для такого глоссария, и из имеющегося в настоящее время материала следует, что приблизительно полный английский метеорологический словарь, включающий как научные, так и ненаучные термины, относящиеся к атмосфере и ее явлениям, содержал бы свыше пятнадцати тысяч определений.

Из этого утверждения будет очевидно, что прилагаемый краткий глоссарий носит наиболее фрагментарный характер. В него включена лишь подборка *метеорологических* терминов, встречающихся в настоящей книге. Как правило, в книгу не включены термины, относящиеся в первую очередь к физике, химии, астрономии, физиологии и т.д., Даже если они в некоторой степени относятся к метеорологии, поскольку все подобные термины, используемые в книге, более или менее удовлетворительно определены в последних изданиях больших американских словарей.

Абсолютные крайности.— Самые высокие и самые низкие значения метеорологического элемента (особенно температуры), которые когда-либо были зарегистрированы на станции; известны, соответственно, как *абсолютный максимум* и *абсолютный минимум*. (Этот термин иногда неправильно применяется к самым высоким и самым низким значениям за указанный год.)

Аэроклиноскоп.— Семафор, ранее использовавшийся в Голландии для отображения сигналов погоды.

Аэрология.— Раздел метеорологии, занимающийся “свободной” атмосферой, то есть всеми частями атмосферы, находящимися за пределами земной поверхности. Аэрологические исследования проводятся с помощью воздушных змеев и аэростатов, а также включают наблюдения за облаками, метеоритными следами, полярным сиянием и т.д.

Послесвечение.-1. Зарево на западе неба после захода солнца. 2. Возобновление розового света на горных вершинах после того, как первая подсветка заката померкла; также называется *перекрашиванием*. Это один из этапов *Alpenglow*.

Послелета.— Возобновление мягкой погоды осенью; в Америке называется бабьим летом, в Европе - летом Святого Мартина и т.д.

Альпенглоу.— Последовательные появления и исчезновения розового свечения, иногда наблюдаемые на горных вершинах в ясную погоду после захода солнца или перед восходом солнца.

Высотомер.— Барометр, используемый для измерения высоты.

Альто-кучевые; альто-слоистые.— Формы облаков. (См. [Главу VI](#).)

Анемодиаграмма.— Запись, отслеживаемая саморегистрирующимся анемометром.

Анемометр.- Прибор для измерения силы или скорости ветра.

Барометр-анероид.—Барометр, состоящий из тонкостенной металлической вакуумной коробки, которая меняет свою форму при изменении атмосферного давления. Движения коробки передаются с помощью рычагов на указатель или (в барографе) на записывающее перо.

Антилоп.— Редкая разновидность гало, состоящая из яркого, обычно белого изображения солнца напротив последнего по азимуту. (Этот термин также применялся к *славе*, q. v.)

Противосудорожные лучи.— Продолжение сумеречных лучей, сходящихся к точке на небе, противоположной солнцу.

Антициклон.— Область высокого атмосферного давления и сопутствующей ей системы ветров. (Ср. *циклон*.)

Антитрейдеры.—Термин, ранее применявшийся к преобладающим западным ветрам средних широт, но теперь более часто применяемый к западным обратным течениям, лежащим над пассатами. Некоторые авторы предпочитают называть первые *антитрейдами*, а вторые - *контртрейдами*.

Противосветная арка.— Розовая или пурпурная зона освещения, граничащая с тенью земли (*темный сегмент*) в части неба напротив солнца после захода солнца и перед восходом солнца.

Дуги Ловица.- Пара редких явлений гало. Эти дуги направлены наклонно вниз от пархелии в 22 градуса по обе стороны от солнца к гало в 22 градуса.

Астрафобия.— Патологическое состояние, испытываемое определенными людьми перед грозой и во время нее.

Атмосферометр.—Прибор для измерения испарения; также называемый *атмидометром*, *эвапориметром* и т.д.

Ореол.—(См. [корону](#). 1).

Полярное сияние.- светящееся явление, вызванное электрическими разрядами в атмосфере; вероятно, приурочено к разреженному воздуху больших высот. Чаще всего его можно увидеть в субарктических и субантарктических широтах. Называется *северным сиянием* или *полярным сиянием Австралии*, в зависимости от полушария, в котором оно происходит. Наблюдения с помощью спектроскопа, по-видимому, указывают на то, что слабое “постоянное полярное сияние” является нормальной особенностью неба во всех частях света.

“Подпорки Солнца.” — морское название сумеречных лучей, исходящих от солнца.

Багио.— Распространенное на Филиппинах название тропического циклона.

Баллистический ветер.— военный термин, применяемый к фиктивному ветру, который, воздействуя на снаряд на протяжении всего его полета, произвел бы тот же общий эффект отклонения его от курса и изменения дальности, что и различные ветры, с которыми он сталкивается на самом деле.

Воздушный шар-зонд.—Воздушный шар-зондер.

Бар.- Единица измерения давления, равная 1 000 000 дин на квадратный сантиметр. Бар = 100 *сантибар* = 1000 *миллибар*. Барометрическое давление в один бар иногда называют “атмосферой С. G. S.”. Оно эквивалентно давлению в 29,531 дюйма ртутного столба при 32 градусах по фаренгейту и 45 градусах широты.

Пистолет Барисала.— Такой же, как *бронтайд*.

Бароциклонометр.— Один из нескольких приборов, разработанных для определения местоположения тропических ураганов без помощи карты погоды.

Барограф.— Саморегистрирующийся барометр.

Барометр.- Прибор для измерения атмосферного давления. Двумя основными типами являются *ртутные* и *анероидные*. *Микробарометр* используется для отображения мельчайших изменений давления. Определенные формы гигроскопов в народе ошибочно называют “барометрами”.

Хорошо для барометра.— То же, что *хорошо продувать*.

Барометрическая тенденция.— Изменение атмосферного давления в течение определенного времени (обычно за три часа) перед одним из регулярных наблюдений.

Шкала Бофорта.— Шкала силы ветра, первоначально разработанная для использования на море, но теперь используемая также и на суше. Шкала варьируется от 0 = штиль до = ураган. Многие другие шкалы аналогичным образом используются при неинструментальном наблюдении силы ветра.

Биоклиматический закон.— Фенологический закон, объявленный доктором А. Д. Хопкинсом, согласно которому периодические явления растительной и животной жизни продвигаются по территории Соединенных Штатов со скоростью 1 градус широты, 5 градусов долготы и 400 футов над уровнем моря каждые четыре дня —на север, восток и вверх по направлению весной и на юг, запад и вниз осенью.

Кольцо бишопа.—Сильная корона из-за мелкой пыли в атмосфере. Это было замечено после некоторых крупных извержений вулканов, особенно Кракатау, в 1883 году.

Метель.— Сильный, очень холодный ветер, несущий снег.

Продувочный колодец.— Колодец, выпускающий сильный поток воздуха из любого небольшого отверстия в крышке во время падения атмосферного давления. Иногда наблюдается, что во время повышения атмосферного давления такие скважины “засасывает”. Скважины, которые таким образом реагируют на изменения барометрических показателей, иногда называют “барометрическими скважинами” или “погодными скважинами”.

Бора.- Холодный ветер северной адриатики, дующий с высоких плато на север. Также аналогичный ветер дует на северо-восточном побережье Черного моря.

Смелые западные ветры. Неистовые западные ветры, дующие над океаном между 40 и 50 градусами Южной широты, Этот регион известен как “ревущие сороковые”.

Яркий сегмент.— Широкая полоса золотистого света, которая в ясную погоду окаймляет западный горизонт сразу после захода солнца и восточный перед восходом солнца.

Бронтид.—Звук, напоминающий отдаленный приглушенный взрыв, обычно неопределенного направления. Бронтиды довольно распространены в определенных частях мира. Их называют *mistpoeffers* на бельгийском побережье, *Barisal guns* в дельте Ганга, *bulldag*, *desert sounds* или *Hanley's guns* в некоторых частях Австралии, *gouffre* на Гаити, *Moodus noises* в Мудусе, Коннектикут, *Небельзертайлер*, *Зеедоннер*, *Зеешиссен* и др., В Германии, *батурлио*, *бонити*, *бомбитии* др. в Италии. В большинстве случаев эти звуки, вероятно, имеют подземное происхождение.

Удар.— толчок вверх, испытываемый летчиком, как при наезде на препятствие. Удар может быть вызван любым состоянием, которое внезапно увеличивает подъемную силу

машины, но, пожалуй, чаще всего это происходит из-за восходящих потоков воздуха. Воздух, в котором ощущаются удары, называется “неровным”. (ср. *воздушная дыра*.)

Каллина.— испанское название сухого тумана.

Спокойствие Рака; Спокойствие Козерога.—Пояса высокого давления, лежащие к северу от северо-восточных пассатов и к югу от юго-восточных пассатов, соответственно.

Центр действия.— Любая из нескольких больших областей высокого или низкого атмосферного давления, мало меняющаяся по местоположению и сохраняющаяся в течение сезона или в течение всего года; например, исландский минимум, сибирский зимний максимум и т.д. Изменения интенсивности и положения этих систем давления связаны с повсеместными изменениями погоды.

Электронограф.— Саморегистрирующийся грозовой регистратор.

Чинук, или Ветер Чинук.— Ветер, дующий с восточных склонов Скалистых гор над прилегающими равнинами в Соединенных Штатах и Канаде. Зимой этот теплый, сухой ветер приводит к тому, что снег исчезает с поразительной быстротой, и поэтому его прозвали “пожирателем снега”. (ср. *foehn*.) “Мокрый чинук” - это ветер иного характера, дующий с Тихого океана над северо-западом Соединенных Штатов.

Очерченный ореол.—Гало, образованное соединением верхней и нижней касательных дуг гало в 22 градуса, когда светило находится примерно на 40 градусов или более над горизонтом. По мере увеличения высоты светила очерченный ореол постепенно принимает эллиптическую форму и, наконец, сливается с ореолом в 22 градуса.

Окружностная дуга.— Радужный ореол, часто очень яркий, выпуклый по отношению к светилу и возвышающийся над ним на 46 градусов или чуть больше. Иногда ее называют *верхней квази-касательной дугой гало в 46 градусов*, но дугу окружности и гало в 46 градусов редко можно увидеть одновременно.

Перисто-кучевая; Перисто-слоистая; Перистая.—Формы облаков. (См. [Главу VI](#).)

Цистерна.—Чаша, содержащая ртуть, у основания ртутного барометра.

Климатология.-1. Описательная и статистическая климатология. 2. Описание климата определенного места или региона.

Климатология.-1. Наука о климате. 2. Совокупность знаний о климате любого места или региона; например, “климатология Панамы”.

Климограф.— диаграмма, представленная доктором Гриффитом Тейлором из Австралии, для отображения среднемесячных значений температуры и относительной влажности в любом месте и для сравнения таких данных, зарегистрированных в разных местах по всему миру; особенно в отношении воздействия климата на человечество. При построении климограмм можно использовать другие пары элементов: например, температуру в сухой луковиче и относительную влажность.

Облако-знамя.—Похожее на знамя облако, спускающееся с горной вершины.

Разрыв облаков.— внезапный и чрезвычайно сильный ливень; особенно такой, при котором вода падает непрерывным потоком, а не каплями. Этот термин чаще всего применяется к ливням в горных районах.

Шапка облаков.- Облако, похожее на шапку, венчающее (1) вершину горы или (2) другое облако, особенно массу кучево—дождевых облаков.

Кол. — горловина низкого давления между двумя антициклонами; также называется *седлом*.

Волна похолодания.— Быстрое и заметное понижение температуры в холодное время года. Бюро погоды США применяет этот термин к понижению температуры за 24 часа на определенное количество градусов или выше и достижению указанной температуры или ниже; технические характеристики различаются для разных частей страны и для разных периодов года.

Коллектор.- Устройство, используемое при измерениях атмосферного электричества для определения градиента потенциала.

Континентальный климат.—Тип климата, характерный для внутренних районов континента. По сравнению с морским климатом континентальный климат имеет большой годовой и суточный диапазон температур.

Корона.-1. Цветная светящаяся круглая область, образующаяся в результате дифракции; вокруг солнца, луны или другого источника света, видимого сквозь облака или пылевую дымку. Короны неизменно имеют коричневатое-красное внутреннее кольцо, которое вместе с голубовато-белым внутренним полем между кольцом и светилом образует так называемый *ореол*. Чаще всего виден только ореол. Хорошо развитые короны демонстрируют одну или несколько серий спектральных цветов за пределами ореола. 2. Светящийся круг, образованный видимым схождением лучей полярного сияния вокруг того места на небе, на которое указывает стрелка.

Corposant.—(См. [Огонь Святого Эльма](#).)

Встречные сделки.—(См. [антитрейды](#).)

Сумеречные лучи.—Лучи света, исходящие от солнца, видимые как до, так и после восхода и захода солнца. Лучи становятся видимыми из-за присутствия капель воды или пыли в атмосфере, а промежуточные темные пространства представляют собой тени облаков. Лучи на самом деле параллельны; их кажущееся расхождение является результатом перспективы.

Критический период.— Период роста растения, когда оно особенно восприимчиво к воздействию атмосферных условий.

Кучево-облачный покров; Кучевые облака.—Формы облаков. (См. [Главу VI](#).)

Циклон.— Область низкого атмосферного давления с сопутствующей ей системой ветров. Циклоны региона в пределах тропиков (*тропические циклоны*) представляют собой сильные штормы; циклоны более высоких широт (*внетропические циклоны*) могут быть штормовыми или иными. Тропические циклоны также называют *ураганами*, *тайфунами* или *багио*. Внетропические циклоны обычно известны как *минимумы* или *барометрические депрессии*.

Циклонопатия.— Ненормальная чувствительность определенных лиц к изменениям погоды, сопровождающим прохождением барометрических депрессий.

Циклоноскоп.— Картонный циферблат, ранее использовавшийся в Вест-Индии для определения местоположения циклонов.

*Темный сегмент.*Тень земли, которая в ясную погоду поднимается с восточного горизонта на закате и опускается за западный горизонт на восходе солнца.

Депердитометр.—Прибор, разработанный А. Пиче для измерения охлаждающей способности атмосферы с учетом ее физиологических эффектов.

Депрессия.— циклоническая область или низкий уровень.

Звуки пустыни.—(См. [бронтайд.](#))

Дьявол.— Название, применяемое к пылевому вихрю в Индии. Этот термин также актуален в Южной Африке.

Роса.— атмосферная влага, конденсирующаяся в жидкой форме на объектах, более холодных, чем воздух, особенно ночью.

Точка росы.— Температура, при которой в обычных условиях начинается конденсация водяного пара в охлаждающейся воздушной массе. Она зависит от абсолютной влажности.

Пруд с росой.— Название, применяемое в южной Англии к некоторым искусственным прудам на возвышенностях. Они содержат воду в самую засушливую погоду, и в народе считается, что их питает роса.

"Доктор." — разговорное название морского бриза в тропическом климате. Это название иногда применяется к другим прохладным, бодрящим бризам.

Депрессия. Экваториальный пояс штилей или слабых переменных ветров, лежащий между двумя поясами пассатов.

Засуха.— Длительный период сухой погоды. В Соединенных Штатах засуха определяется как период продолжительностью тридцать или более дней подряд, в течение которых за двадцать четыре часа не выпадает осадков в размере 0,25 дюйма. В других странах использовались другие количественные определения.

Сухой туман.— Дымка из-за присутствия пыли или дыма в воздухе.

Счетчик пыли.— Прибор для приблизительного определения количества частиц пыли или зародышей конденсата на единицу объема в пробе воздуха.

Динамическая метеорология.— Раздел метеорологии, изучающий движения атмосферы и их связь с другими метеорологическими явлениями.

Течение Земля-воздух.— Электрический ток, который проходит между землей и воздухом из-за разницы их потенциалов.

Вихрь.— более или менее полностью развитый вихрь в атмосфере, представляющий собой локальную неравномерность ветра. Все ветры вблизи поверхности земли содержат вихри, которые в любом данном месте вызывают "порывы" и "затишья". Воздух, содержащий многочисленные вихри, называется "турбулентным".

Электрическая Ниагара.— (См. [Жезл для приветствия.](#))

Испаритель.—(См. *Атмосферометр.*)

Эпицентр шторма.— спокойная область в центре тропического циклона или разрыв в облаках, отмечающий его местоположение.

Осенний ветер.— Ветер, дующий со склона горы; или любой ветер, имеющий сильную нисходящую составляющую. Осенние ветры включают фен, мистраль, бору и т.д.

Ложный перистый.—Перистые облака на вершине грозовой тучи; вероятно, идентичны по структуре настоящему перистому, или перисто-слоистому. Иногда более уместно называть "грозовой циррус".

Fata Morgana.— Сложная форма миража, характеризующаяся заметным искажением изображений.

Гирляндное облако.—Мамато-кучевое.

Вспыхивающие дуги.— Видимые атмосферные звуковые волны или волны взрыва.

Плоский.— Невыразительный; говорится о картах погоды.

Фен.— Сухой осенний ветер, теплый для сезона, характерный для многих горных регионов. При подъеме в горы воздух динамически охлаждается, но это приводит к образованию конденсата, который сдерживает падение температуры за счет высвобождения скрытого тепла. Ветер переносит влагу в виде дождя или снега. При спуске с противоположного склона он динамично сильно нагревается и приходит в долины за ним в виде теплого и очень сухого ветра. Некоторые авторы применяют этот термин к любому ветру, который динамически нагревается при спуске; например, опускающийся воздух антициклона.

Фен-болезнь. Головная боль, вялость, депрессия и т.д., приписываемые в альпийских долинах дуновению фена.

Foehn-wall (German: *Föhnmauer*).— Стена облаков, образующаяся на гребне горного хребта, над которым дует ветер.

Туман.— Облако на поверхности земли или вблизи нее. Туман и облако идентичны по структуре, хотя первое обусловлено тепловыми условиями земной поверхности, в то время как второе чаще всего является следствием динамического охлаждения восходящего воздуха. В обычной речи термин “туман” обычно подразумевает непрозрачность атмосферы, достаточно большую, чтобы препятствовать навигации или передвижению. (Ср. *сухой туман*.)

Туманный шар.— Бесцветная или почти бесцветная радуга, образовавшаяся в тумане.

Туман-капельница.— Влага, которая осаждается туманом на земных объектах и стекает с них на землю.

Фракто-кучевые; Фракто-нимбовые; Фракто-слоистые.—Формы облаков. (См. [Главу VI](#).)

Заморозка.-1. Замораживание растений без образования инея. 2. Низкие температуры, преобладающие в целом по региону; не являются исключительно ночными и не ограничиваются воздухом вблизи поверхности Земли. (Ср. *мороз*.)

Заморозка.-1. Акт или состояние замораживания. В Америке “заморозки” обычно означают наступление ближе к началу или концу вегетационного периода ночных температур, достаточно низких, чтобы нанести вред растительности; в отличие от “заморозков”, которые являются более общими и серьезными. Бюро погоды классифицирует морозы в зависимости от их воздействия как “легкие”, “тяжелые” и “смертельные”. 2. Атмосферная влага конденсируется на земных объектах в виде льда; иногда замерзшая роса. Также называется *инеем*.

Морозный дым.—Замерзший туман, поднимающийся от воды.

Фульгурит.— Стекловидная трубка, образовавшаяся в песчаной почве или в скале при прохождении молнии.

Гаруа.— Влажный туман западного побережья Южной Америки.

Геокорониум.— Название, примененное доктором А. Вегенером к гипотетическому атмосферному газу, который, как предполагается, намного легче любого газа, известного сейчас химикам.

Глазурь.— термин, применяемый Бюро погоды США к гладкому покрытию льда на наземных объектах из-за замерзания дождя; часто в народе называется “мокрый снег”. В Великобритании такое отложение называется *глазурованный иней*. Крупномасштабное отложение глазури представляет собой “ледяную бурю”.

Слава.— Серия концентрических цветных колец, видимых вокруг тени наблюдателя или только его головы, отбрасываемой на полосу облаков или тумана. Это происходит из-за дифракции отраженного света.

Гуффр.—(См. [бронтид](#).)

Градиент.— Изменение значения метеорологического элемента на единицу расстояния. Градиентами, обычно обсуждаемыми в метеорологии, являются горизонтальный градиент барометрического давления, вертикальный градиент температуры и вертикальный градиент электрического потенциала. Британские метеорологи теперь предпочитают термин "*скорость падения*" *вертикальному градиенту*.

Граупель. — Разновидность зернистого снега, иногда называемого *мягким градом*.

Зеленая вспышка.— Ярко-зеленая окраска верхнего края солнечного диска, иногда наблюдаемая, когда остальная часть диска находится ниже горизонта, на восходе или заходе солнца.

Вегетационный период.— В сельскохозяйственной метеорологии интервал между последними убивающими заморозками весной и первыми убивающими заморозками осенью.

Порывистый ветер.— Внезапное кратковременное усиление силы ветра. Большинство ветров у поверхности земли состоят из чередующихся порывов и *затиший*, большинство из которых слишком кратковременны, чтобы их можно было зарегистрировать обычным анемометром.

Град.— Шарики или куски льда неправильной формы, часто значительного размера, имеющие сложную структуру; крупные градины обычно имеют снежную середину, окруженную слоями льда, которые могут быть попеременно прозрачными и облачными. Град выпадает почти всегда исключительно в связи с грозами. О так называемом "*мягком граде*" см. *граупель*. (ср. *мокрый снег*.)

Градозащитный стержень.— Устройство, аналогичное громоотводу, предположительно обладающее свойством предотвращать выпадение града. Удилища Nail были особенно популярны во Франции, где их называют *парагрелями*. Крупные градозащитные стержни недавней конструкции известны как "*электрические ниагары*".

Стрельба градом.—Бомбардировка облаков для предотвращения выпадения града.

Гало.— Общее название большой группы оптических явлений, вызываемых кристаллами льда в атмосфере. Наиболее распространенным из этих явлений является *гало 22 градусов* (то есть радиусом 22 градуса), окружающее солнце или Луну. *Ореол в 46 градусов* и редкий *ореол в 90 градусов*, или *ореол Гевелия*, также окружают светило. Другими формами гало являются *касательные дуги*, *пархелия* (или *параселена*), *пархелический* (или *параселенический*) *круг*, *антицелий* и т.д.

Харматтан.— Сухой, пыльный ветер западного побережья Африки, дующий из пустынь.

Дымка.— Недостаточная прозрачность атмосферы; иногда из-за неравномерности плотности воздуха (*оптическая дымка*), иногда из-за пыли (*пылевая дымка*, которая при плотности образует *сухой туман*), иногда из-за мелких частиц воды или льда (*переходящих в настоящий туман*).

Руль и перекладина.— Пара облаков, видимых, когда "*рулевой ветер*" дует над Кроссфеллом, английской горой; "*руль*" венчает гору, а "*перекладина*" лежит с подветренной стороны от нее.

Высокий.— Область высокого атмосферного давления; антициклон.

Иней.—(См. [Иней](#).)

Воздушная дыра.— разговорное название любого состояния в атмосфере, при котором внезапно уменьшается подъемная сила самолета. (Ср. удар.)

Лошадиные широты.—Области затиший и переменных ветров, совпадающие с субтропическими поясами высокого давления, лежащими по сторонам пассатов, обращенных к полюсам. (Этот термин обычно применялся только к северному из этих двух регионов, в Северной части Атлантического океана, или к его части вблизи Бермудских островов.)

Горячая волна.- Период аномально высоких температур. В Соединенных Штатах его иногда определяют как период продолжительностью в три или более последовательных дня, в течение каждого из которых максимальная температура составляет 90 градусов по Фаренгейту или выше.

*Горячий ветер.*Горячий, пронизывающий ветер, характерный для некоторых континентальных районов, особенно Австралии, северной Индии и прерий Соединенных Штатов.

Влажность.—Степень насыщенности воздуха водяным паром; а именно фактическое количество присутствующего водяного пара (*абсолютная влажность*, которая может быть выражена в единицах веса на единицу объема или в виде давления пара) или отношение этого количества к максимальному количеству, которое может содержаться в воздухе при преобладающей температуре (*относительная влажность*, выраженная в процентах).

Ураган.— Тропический циклон; особенно в регионе Вест-Индии. (Циклон, зарождающийся в этом регионе и проходящий на север в умеренную зону, все еще называется "Вест-индским ураганом", даже после того, как он приобрел характер внетропического циклона, и, если он достаточно сильный, оправдывает вывешивание "предупреждений об ураганах" в портах Соединенных Штатов. "Ураган" также является обозначением наивысшей силы ветра по шкале Бофорта и, таким образом, применяется к любому ветру, скорость которого превышает семьдесят пять миль в час.)

Гигрограф.— саморегистрирующийся гигрометр.

Гигрометр.— Любой прибор для измерения влажности воздуха.

Гигроскоп.— Устройство, дающее приблизительное представление об относительной влажности воздуха. Большинство гигроскопов - всего лишь игрушки.

Ледяной дождь.-1. Дождь, вызывающий отложение глазури. 2. Падающие гранулы прозрачного льда (в Бюро погоды США их называют *мокрым снегом*).

Ледяные святые.— Период холодной погоды, широко известный в Европе и приходящийся ежегодно примерно на 11-13 мая (или, в юго-центральной Европе, на 12-14 мая); также святые, дни которых в церковном календаре приходятся на эти даты.

Ледяная буря.—(См. [глазурь](#).)

*Ignis Fatuus.*Блуждающий огонек. (См. [Главу XXII](#).)

Бабье лето.— Период мягкой, спокойной, туманной погоды, приходящийся на осень или начало зимы, особенно в Соединенных Штатах и Канаде; в народе считается определенным событием в календаре, но погода такого типа на самом деле бывает нерегулярной и прерывистой. (Ср. *Лето Святого Мартина*.)

Укрытие для инструментов.— Американское название клетки или экрана, в котором выставляются термометры на метеорологических станциях. В Великобритании его называют *термометром-экраном*.

Инверсия.— Более полная *температурная инверсия*; повышение температуры воздуха с увеличением высоты вместо нормального снижения.

Счетчикионов.— Прибор для определения количества ионов, присутствующих на единицу объема в пробе воздуха.

Изобара.- Линия равного атмосферного давления. (Изобары обычно рисуются на картах, чтобы показать горизонтальное распределение давления, приведенное к уровню моря, или давление на некоторой определенной высоте; но в более широком смысле любая линия на графике, проведенная через места с равным давлением, является изобарой.)

Изогет.- Линия равного количества осадков.

Изотерма.— Линия равной температуры.

Изотермический слой.—(См. [стратосферу](#).)

Январская оттепель.— Период мягкой погоды, который, как считается, повторяется каждый январь, особенно в Новой Англии.

Кататермометр.— Устройство, состоящее из термометра с сухой колбой и термометра с влажной колбой, предназначенное для измерения охлаждающей способности атмосферы с учетом ее физиологических эффектов. Его изобрел Леонард Хилл.

Киоск.— Название, данное Бюро погоды США небольшому уличному павильону, в котором выставлены метеорологические приборы, карты, таблицы и т.д.

Сухопутные и морские бризы. Сухопутные и озерные бризы.— Бризы, которые на определенных побережьях и при определенных условиях дуют с суши ночью и с воды днем.

Линзовидное облако.— Облако, имеющее форму двояковыпуклой линзы, обозначающее положение стоячей волны в атмосфере. (См. [Главу VI](#).)

Молния.— Разрушительный электрический разряд в атмосфере или, как правило, световые явления, сопровождающие такой разряд. Различные формы молнии названы и описаны в главе IX.

Отпечаток молнии.— Набор отметин, часто древовидной формы, иногда обнаруживаемых на теле человека или животного, в которое ударила молния.

Громоотвод.— Металлический стержень, соединенный с подходящим “заземлением” в земле или воде, установленный с целью защиты какого-либо сооружения от молнии.

Столб света.— Форма ореола, состоящая из вертикального или почти вертикального столба света, исходящего от солнца или луны или проходящего через них. Называется *столбом солнца* или *столбом луны*, в зависимости от обстоятельств.

Очередь-шквал.— Более или менее непрерывная череда шквалов и гроз, распространяющихся по всей стране.

Надвигающийся.— Видимое возвышение удаленных объектов из-за миража.

Низкий. - Область низкого атмосферного давления с сопутствующей ей системой ветров. Также называется *барометрической депрессией* или *циклоном*.

Скумбриевое небо.— Участок неба, покрытый перисто-кучевыми облаками; особенно когда облака напоминают узоры на спинках скумбрии.

Мамато-кучевые облака.— Форма облаков с висячими мешковидными выпуклостями. (См. [Главу VI.](#))

*Марш.*Изменение метеорологического элемента в течение дня, года или другого интервала времени; например, суточная динамика температуры; годовая динамика барометрического давления.

Хвосты кобыл.—Перистые, с длинными тонкими полосами.

Морской климат.— Тип климата, характерный для океана и океанических островов. Его наиболее характерной особенностью является равномерность температуры.

Метеорограф.— Автографический прибор для регистрации одновременно двух или более метеорологических элементов. Определенные типы метеорографов подключаются электрически или иным способом к некоторым приборам на метеорологических станциях; другие запускаются в воздух, прикрепленные к воздушным змеям и воздушным шарам.

Метеорология.—Наука об атмосфере.

Миллибар.—(См. [столбик.](#))

Мираж.— Видимое смещение или искажение удаленных объектов из-за аномальной атмосферной рефракции. Иногда изображения объектов переворачиваются, умножаются и т.д.

Туман.— Обычно влажный туман или очень мелкая морось дождя; отсюда выражение “это туман”. “Шотландский туман” в горных или холмистых регионах представляет собой сочетание густого тумана и обильной мороси; было высказано предположение, что это происходит, когда дождевые облака фактически лежат на земле.

Мистпоффер.—(См. *бронтайд.*)

Мистраль.— Вдоль побережья Средиземного моря, от устья Эбро до Генуэзского залива, дует штормовой, холодный северный ветер, дующий с гор внутренних районов страны. (Это название иногда применяется к северным ветрам на Адриатике, в Греции и Алжире.)

*Муссон.*Ветер, меняющий свое направление в зависимости от времени года, более или менее устойчиво дующий из внутренней части континента в сторону моря зимой и в противоположном направлении летом.

Лунный пес.—параселенец.

Ветер с гор и из долин.—Бризы, которые в горных районах обычно обдувают склоны днем (*долинный бриз*) и спускаются по склонам ночью (*горный бриз*).

Нефоскоп.- Прибор для измерения движения облаков.

Покайтесь.— Поля остроконечного снега, встречающиеся на некоторых высоких горах в тропических или субтропических регионах.

Нимб.— Дождевое облако. (См. [Главу VI.](#))

*Серебристые облака.*Светящиеся, похожие на перистые облака, иногда видимые в течение коротких летних ночей; предполагается, что это облака пыли на больших высотах, сияющие отраженным солнечным светом. Такие облака наблюдались в течение нескольких летних периодов после извержения Кракатау (1883), и о них до сих пор время от времени сообщают.

Нормальный.— Среднее значение, которое, как установлено, в течение ряда лет имеет любой метеорологический элемент на указанную дату, или в течение определенного месяца, или другой части года, или в течение года в целом. Также используется как прилагательное в таких выражениях, как “нормальная температура” и т.д. Таким образом,

для любой станции, на которой записи велись в течение многих лет, мы можем вычислить нормальную температуру 1 января, нормальное давление февраля, нормальное количество осадков в течение года и т.д. Норма служит стандартом, с которым можно сравнивать значения, происходящие в конкретный год, чтобы определить *отклонение от нормы*.

Ядро.— Частица, на которой в свободной атмосфере происходит конденсация водяного пара в виде капли воды или кристалла льда.

Косые дуги Антилопы. Редкая форма ореола, состоящего из пересекающихся дуг, обычно белого цвета, проходящих через пыльник или место, где мог бы появиться пыльник, если бы он был виден.

Озон.— Аллотропная форма кислорода, которая временно встречается в небольших количествах в нижних слоях атмосферы и, как предполагается, постоянно присутствует и относительно распространена на высоких уровнях атмосферы.

Художник.— Грязный туман, часто наблюдаемый на побережье Перу. Коричневатый налет от него иногда называют “перуанской краской”.

Парагрелка.— Жезл для приветствия.

Парантелион.— Явление гало, подобное паргелию, но возникающее на расстоянии 90 градусов или более по азимуту от солнца. Расстояние до солнца у обыкновенной парантелии составляет 120 градусов. (Аналогичные явления, производимые Луной как источником света, называются *парантиселенами*.)

Параселена.— (пл. *paraselenæ*.) (См. [Пархелий](#).)

Параселенический круг.— (См. [параселенический круг](#).)

Облака-паразиты.— Название, ранее данное облакам, покрывающим вершины гор.

Паргелический круг.— Ореол, состоящий из белого круга, проходящего через солнце и параллельного горизонту. Аналогичное явление, связанное с Луной, называется *параселеническим кругом*.

Паргелий.— Имитация солнца, или солнечная собака; форма ореола, состоящая из более или менее отчетливо окрашенного изображения солнца, находящегося на той же высоте, что и последнее над горизонтом, и, следовательно, лежащего на паргелической окружности, если таковая имеется. Обычные пархелии находятся в 22 градусах от солнца по азимуту или немного больше, в зависимости от высоты светила. Иногда пархелии были замечены примерно в 46 градусах от солнца. Аналогичные явления, наблюдаемые в связи с Луной, называются *параселенами, ложными лунами, или лунными псами*.

Проникающая радиация.— Форма излучения, обладающая свойством проходить через большое количество воздуха, не поглощаясь, и ионизировать воздух внутри герметично закрытых металлических сосудов. Предполагается, что он состоит из особого вида гамма-лучей и исходит из более высоких слоев атмосферы.

Фенология.— Изучение периодических явлений жизни животных и растений и их связи с погодой и климатом.

Фотохимический климат.— Химическая активность солнечного света, характерная для любого места или региона. Вариации этой характеристики солнечного излучения более или менее разительно отличаются от вариаций солнечного тепла и яркости солнечного света. Для его измерения используются определенные типы “химических актинометров”.

Пилотный воздушный шар.— Небольшой свободный воздушный шар, дрейф которого, наблюдаемый с земли, указывает на движение воздуха в вышине.

Рябовидное облако.—Мамато-кучевое.

*Погонип.*Туман, состоящий из тонких ледяных иголок, который встречается в горных районах запада Соединенных Штатов и считается очень вредным для легких.

Датчик загрязнения.—Датчик для измерения содержания сажи и других примесей в атмосфере.

Pontias.— Ветер, который дует ночью из узкой долины в Ньоне, Франция.

Градиент потенциала.—(См. [градиент](#).)

Осадки.— Собирательное название отложений атмосферной влаги в жидкой и твердой форме, включая дождь, снег, град, росу, иней и т.д.

Давление.—Эллиптическое выражение, распространенное в метеорологической литературе, для обозначения *атмосферного давления* или *барометрического давления*.

Преобладают западные направления.—Пояса ветров, лежащие на обращенных к полюсам сторонах субтропических поясов высокого давления.

Psuchrainometer.— Прибор, разработанный Дж. Р. Милном для измерения охлаждающей способности атмосферы с учетом физиологических эффектов.

Психрометр.— Прибор для измерения влажности воздуха, состоящий обычно из *термометра с сухой колбой* и *термометра с влажной колбой*. Первый представляет собой обычный ртутный термометр. Колба второго покрыта муслином или другой тканью, которая либо постоянно влажная, либо смачивается перед использованием. В некоторых психрометрах имеется только один термометр, показания которого снимаются как до, так и после увлажнения колбы.

Фиолетовый свет.— Фиолетовое или розовое свечение, наблюдаемое на большой площади неба на западе после захода солнца и на востоке неба перед восходом солнца; оно находится над *ярким сегментом*, который граничит с горизонтом.

Пиргелиометр.-Прибор, который измеряет солнечное излучение по его нагревательному эффекту.

Кобар.— Сухой туман или знойная дымка в районе верхнего Нила. (Также пишется как *кобар* и *гобар* и иногда применяется для обозначения туманного состояния атмосферы в других частях света.)

Дождевые шары.—Мамато-кучевые.

Радуга.— Светящаяся дуга, образованная преломлением и отражением света в каплях воды. (См. [Главу X](#).)

Осадки.— Термин, иногда являющийся синонимом *дождя*, но наиболее часто используемый применительно к количеству осадков (включая снег, град и т.д.).

Дождемер.-Прибор для измерения количества осадков.

Дождевое дерево.— Мифическое дерево, которое, как утверждается, источает обильные потоки воды даже в самую засушливую погоду. (“Дождевое дерево” также является общим названием декоративного дерева, известного ботаникам как *Albizzia saman*, *Pithecolobium saman*, *Enterolobium saman* и *Samanea saman*.)

Перекраска.—(См. [послесвечение](#).)

Повторение.— Предполагаемая тенденция любого конкретного типа погоды наступать примерно в одно и то же время каждый год, независимо от регулярной смены сезонов и, как правило, в отличие от нее.

Рефракция.— *Астрономическая рефракция.* Изменение видимого положения небесного тела из-за атмосферной рефракции. *Земная рефракция.* Изменение видимого положения удаленных земных объектов по той же причине.

Относительный ветер.— В воздухоплавании движение воздуха относительно движущегося по нему самолета или дирижабля.

Réseau.— Совокупность метеорологических станций, работающих под общим руководством или на одной и той же территории. *Международное агентство* - это группа станций в разных странах, сотрудничающих с какой-либо целью. *Метеорологический отчет* представляет собой всемирную систему избранных станций, наблюдения за которыми могут быть использованы при изучении метеорологии земного шара.

Иней.-1. Иней. 2. Грубый или перистый налет льда, нанесенный туманом на земные объекты. (Второе значение - это то, которое сейчас используется в технической литературе.)

Ревущие сороковые.— (См. [Отважные западные ветры.](#))

Седло.— (См. [кол-во.](#))

Огонь Святого Эльма.- светящийся кистевой разряд электричества от возвышающихся объектов, таких как мачты и рей кораблей, громоотводы, шпили и т.д., возникающий в штормовую погоду. Также называется корпозантным.

Лето Святого Мартина.— Одно из нескольких названий, данных в Европе мягкому периоду осени, приблизительно соответствующему бабьему лету в Северной Америке.

Облако из шарфа.— Тонкое пери-образное облако, которое часто закрывает вершины высоких кучево-нимбовых облаков.

Шотландский туман.— (См. [туман.](#))

Скад.— клочья или небольшие отдельные облачные массы, быстро движущиеся под дождевой тучей или другими тяжелыми облаками.

Морской бриз.— (См. [сухопутные и морские бризы.](#))

Вторичный.— Небольшой циклон развился или имеет тенденцию к развитию на границе большого.

Приемлемая температура. Температура, ощущаемая на поверхности человеческого тела; ранее некоторые авторитетные источники отождествляли ее с температурой, показываемой термометром с влажной колбой.

Тишина, Области, Зоны или Регионы.— Регионы, в пределах которых звук не слышен, хотя слышен в регионах, более удаленных от источника.

Серебряная оттепель.— термин, по-разному применяемый к инею, глазури и тонкому слою льда, нанесенному влажным ветром на холодные предметы.

Симум.— Чрезвычайно горячий и сухой ветер азиатских и африканских пустынь; часто описывается как песчаная буря или пыльная буря, но некоторые авторитетные источники утверждают, что типичный симум свободен от песка или пыли.

Сирокко.— Название, применяемое к различным типам теплых ветров в Средиземноморском регионе. Некоторые из этих сирокко - враги. Этот термин также

используется как общее название ветров, дующих из теплого региона в область низкого давления в обычно более холодном регионе.

Мокрый снег.-1. Замерзший или частично замерзший дождь; замерзшие капли дождя в виде частиц прозрачного льда. 2. Снег и дождь, падающие вместе. (Были предложены другие определения, и надлежащее техническое применение этого термина все еще является предметом споров. В популярном и инженерном обиходе это слово часто применяется к покрытию глазурью деревьев, проводов, рельсов и т.д.)

Бункер для снега.— Большой резервуар для сбора снега, выпавшего за всю зиму или другой длительный период, для единовременного измерения.

Снежная гирлянда.— Вытянутая масса снега, подвешенная на концах и провисающая в середине.

Снежный гриб.— Нависающая снежная шапка, опирающаяся на пенек, столб или тому подобное.

Снежный каток.— Масса снега, скатываемая ветром; обычно имеет форму муфты.

Пробоотборник снега.— Устройство для сбора пробы снега, прорезанной вертикально через снежное поле, с целью определения глубины и плотности снега.

Снежная съемка.— измерение общего количества снега, лежащего на определенной территории, особенно с целью определения общего количества воды, которую он даст при таянии, для целей орошения и т.д.

Мягкий оклик.—Граупель.

Зондирующий воздушный шар.— Свободный беспилотный воздушный шар с набором саморегистрирующихся метеорологических приборов.

Призрак Брокена.Тень наблюдателя и объектов, находящихся в непосредственной близости от него, отбрасываемая на полосу облаков или тумана; иногда сопровождается серией цветных колец, называемых *glory* или *Brocken—bow*.

Шквал.-1. Внезапный кратковременный шторм; очень похож на грозу, но не обязательно сопровождается громом и молнией. 2. Внезапный кратковременный порыв ветра, более продолжительный, чем порыв ветра.

Зима скво.—В Северной Америке, как считается, бабьему лету предшествует короткое похолодание.

Статический.—(См. [Случайный](#).)

Штормовая карта.— Устройство, предназначенное для использования на борту судна при определении направления центра шторма с судна.

Ливневая вода.— Вода, образующаяся в результате сильного и быстрого выпадения дождя; особенно та часть, которая образуется в виде стока. (Этот термин использовался в основном в связи с темой канализации.)

Слоисто-кучевые.— Форма облака. (См. [Главу VI](#).)

Стратосфера.—Верхняя область атмосферы, ранее называвшаяся *изотермическим слоем*, в которой не наблюдается заметного или систематического снижения температуры с высотой. Стратосфера свободна от облаков (за исключением редких пылевых облаков) и сильных вертикальных воздушных потоков, и ее циркуляция, по-видимому, более или менее независима от циркуляции в нижних слоях атмосферы. Высота его основания, которая

меняется в зависимости от широты и других факторов, составляет в среднем от 6 до 7 миль. (Ср. *тропосфера*.)

Рассеянный.— Естественная электромагнитная волна в эфире. Этот термин используется применительно к воздействию таких волн на формирование неустойчивых сигналов в радиотелеграфных приемниках. Бродячие животные известны под общим названием *статичные*.

Летний день.— День, в который температура достигает или превышает 77 градусов по Фаренгейту

Пес Солнца.— Имитация солнца или паргелия.

“Солнце Тянет Воду.”— В народе говорят, что солнце “набирает воду”, когда сумеречные лучи спускаются от него к горизонту.

Регистратор солнечного сияния.— Прибор для регистрации продолжительности солнечного сияния; некоторые типы также регистрируют интенсивность солнечного сияния.

Синхронная диаграмма.— Форма синоптической диаграммы, такая как обычная карта погоды, которая показывает метеорологические условия, преобладающие над какой-либо областью в данный момент времени.

Синоптическая диаграмма.— Диаграмма, показывающая распределение метеорологических условий по району в данный момент или средние условия за данный период времени, например месяц или год.

Скатертьдлястола.— Облачный покров, который иногда накрывает плоскую вершину Столовой горы недалеко от Кейптауна.

Касательная дуга.— Любое гало, возникающее в виде дуги, касательной к одному из гелиоцентрических гало.

Часы работы.— Установленные часы для проведения метеорологических наблюдений.

Термальный пояс.— Четко очерченная зона, расположенная на некоторых склонах гор, в которой растительность особенно защищена от заморозков весной и осенью. Также называется *зеленой зоной*.

Термограф.— Саморегистрирующийся термометр.

Термометр.— Прибор для измерения температуры; в метеорологии, как правило, температуры воздуха. *Максимальные* и *минимальные термометры* показывают, соответственно, самую высокую и самую низкую температуру, возникающую между моментами настройки приборов. Для измерения влажности используется *термометр с влажной колбой*. (См. [Психрометр](#).)

Экран термометра.— Клетка, а иногда и просто крыша, для защиты термометров от прямых солнечных лучей и другого излучения, из-за которого показания могут показывать температуру, отличную от температуры воздуха. В Соединенных Штатах это обычно называется *приборным убежищем*.

Гром.— Звук, производимый разрядом молнии.

Гроза.— Буря, сопровождаемая громом и молнией. Грозы представляют собой локальные возмущения, часто возникающие в виде эпизодов циклонов, и, как и шквалы, характеризуются резкими колебаниями давления, температуры и ветра.

Грозовой регистратор.— Любое устройство, обеспечивающее запись гроз, как близких, так и отдаленных. Большинство грозowych регистраторов регистрируют с помощью радиотелеграфии рассеянные объекты, создаваемые грозowymi разрядами.

Торнадо.-1. Сильный вихрь в атмосфере, обычно сопровождаемый висячим облаком более или менее воронкообразной формы. 2. В Западной Африке: сильный шквал грома.

Тотализатор.— Вид снегомера, используемого в основном в Альпах, предназначенный для считывания показаний только раз в год. (Французский, *totalisateur*.)

Пассаты.— Два пояса ветров, по одному с каждой стороны экваториальной впадины, в которых ветры почти постоянно дуют из восточных квадрантов.

Тропосфера.— Часть атмосферы, лежащая ниже стратосферы.

Впадина.-1. Линия, проведенная под прямым углом к траектории циклонической зоны через все точки, в которых давление достигло минимума и вот-вот поднимется. 2. Вытянутая область с низким барометрическим давлением.

Сумерки.—*Астрономические сумерки* - это интервал между восходом или заходом солнца и полной темнотой ночи. *Гражданские сумерки* - это период времени перед восходом солнца и после захода солнца, в течение которого достаточно дневного света для обычных занятий на свежем воздухе.

“Твистер.” — торнадо; также небольшая вихревая пыльная буря.

Тайфун.— Название, применяемое на Дальнем Востоке к тропическому циклону.

Кольцо Уллоа.-1. Слава. 2. Ореол (также называемый *ореолом Бугера*), окружающий точку на небе, диаметрально противоположную солнцу; иногда описывается как “белая радуга”.

Флюгер.— Устройство, которое показывает, в какую сторону дует ветер; также называется *флюгером* или *флюгером для ветра*.

Изменчивость.—*Межсуточная изменчивость* представляет собой среднюю разницу между последовательными суточными значениями метеорологического элемента.

Зеленая зона.—(См. [Термальный пояс](#).)

Видимость.— Прозрачность и освещенность атмосферы, влияющие на расстояние, на котором можно видеть объекты. Часто это выражается в числовой шкале. (Этот термин ранее применялся британскими метеорологами к состоянию необычной прозрачности атмосферы, которое рассматривалось как прогноз погоды.)

V-образное углубление.— Впадина низкого атмосферного давления, ограниченная на карте погоды V-образными изобарами.

Водный смерч.— Вихрь и облако, похожие на торнадо, возникающие над водоемом.

Хорошая погода.—(См. [Хороший ветер](#).)

Клин.— Клиновидная область с высоким барометрическим давлением.

Термометр с влажной колбой.-(См. [психрометр](#).)

Ветер.— движущийся воздух; особенно воздушная масса, имеющая общее направление движения. Этот термин обычно ограничивается воздухом, движущимся горизонтально или почти горизонтально; вертикальные потоки воздуха обычно называют “течениями”.

Ветер наверху.— Ветер, дующий на высоких уровнях, в отличие от ветра у поверхности Земли.

Роза ветров.-1. Диаграмма, показывающая относительную частоту, а иногда и среднюю силу ветров, дующих с разных направлений в указанном регионе. 2. Диаграмма, показывающая среднее соотношение между ветрами разных направлений и возникновением других метеорологических явлений.

Зимний день.— День, в который температура ни в коем случае не поднимается выше точки замерзания.

Шерстяное облако.—Кучевые.

Примечания переписчиков

Пунктуация, переносы и орфография были приведены в соответствие, когда в этой книге было обнаружено преобладающее предпочтение; в остальном они не изменялись.

Были исправлены простые типографские ошибки; случайные несбалансированные кавычки сохранены.

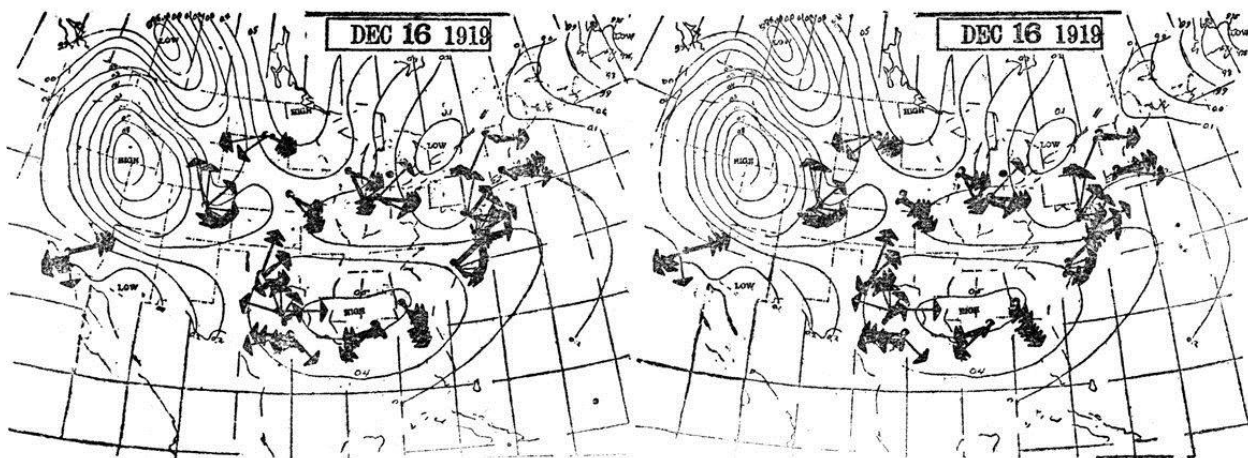
Двусмысленные дефисы в концах строк были сохранены.

В версиях этой книги, которые не поддерживают буквы с ударением, “Канон” (с тильдой над средней буквой “н”) пишется как “Каньон”.

Страница [103](#): Для соответствия предыдущим перечисленным определениям Переписчик добавил дополнительный интервал после последнего из них, непосредственно перед словами “Мы дали”.

Страница [348](#): В некоторых версиях этой книги химические обозначения метана и фосфина представлены как CH₄ и PH₃.

Страница [367](#): “Шкала варьируется от 0 = штиль до = ураган”, отсутствует значение урагана, равное “12”.



[Назад](#)